

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI



**KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ÇERÇEVESİNDE LOKAL
METEOROLOJİK PARAMETRELERİN CULEX PIPIENS (L.)
(DIPTERA: CULICIDAE) BİYOLOJİSİNE ETKİLERİ**

ZAFER ŞAKACI

DOKTORA TEZİ

Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Aylin ER (Tez Danışmanı)
Prof. Dr. Olga SAK
Prof. Dr. Volkan AKSOY
Dr. Öğr. Üyesi Alp ALPER
Dr. Öğr. Üyesi Salar ZARRABI AHRABI

BALIKESİR, KASIM - 2023

ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ÇERÇEVESİNDE LOKAL METEOROLOJİK PARAMETRELERİN CULEX PIPPIENS (L.) (DIPTERA: CULICIDAE) BİYOLOJİSİNE ETKİLERİ**” başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Zafer ŞAKACI

Bu doktora tezi “İklim Değişikliği” tematik alanında 100/2000 YÖK Doktora Burs Programı kapsamında gerçekleştirilmiştir.

ÖZET

**KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ÇERÇEVESİNDE LOKAL METEOROLOJİK
PARAMETRELERİN CULEX PİPIENS (L.) (DIPTERA: CULICIDAE)
BİYOLOJİSİNE ETKİLERİ
DOKTORA TEZİ
ZAFER ŞAKACI
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. AYLİN ER
EŞ DANIŞMAN: PROF. DR. SIRRI KAR
BALIKESİR, 2023**

Ektotermik eklembacaklılar olan sivrisineklerin antropojenik iklim değişikliğinden önemli ölçüde etkileneceği öngörülmektedir. Ancak, bu etkinin kesin olarak ortaya konulmasının oldukça karmaşık olduğu bilinmektedir ve doğru tahminler yapabilmek için saha temelli gerçekçi verilere ihtiyaç duyulduğu özellikle vurgulanmaktadır. Bu çalışma, *Culex pipiens* türü sivrisineğin larva gelişim özelliklerinin doğal ortamında belirlenebilmesi amacıyla, aylık bazda Doğu Trakya'da yürütülmüştür. Mayıs 2021-Haziran 2022 tarihleri arasında gerçekleştirilen çalışmada, toplam 3744 larva yapay kaplarda tamamen doğal termal rejime maruz kalacak şekilde yetiştirilmiştir. Yumurtadan çıkıştan itibaren ilk dönem larvalar, ergin çıkışına ya da son akuatik formun ölümüne kadar günlük olarak takip edilmiştir. Akuatik evrelerin gelişim süresi, hayatta kalma oranı, çıkan erginlerin kanat uzunlukları ve saatlik ortam sıcaklık değerleri kaydedilmiştir. Doğrudan periyodik değerler ve ortam sıcaklığının seyri ile belirlenen 7-48 gün arası değişen bir gelişim süresi ile toplamda 2596 ergin çıkışı olmuştur. Çalışma, sirkadiyen ritmin faydalarıyla birlikte, türün olağanüstü esnek termal tepkisi ve termal uyum kapasitesinin, larvalara doğal ortamlarında sabit laboratuvar koşullarında belirlenenden beklenmedik bir şekilde daha yüksek hayatta kalma yeteneği ve gelişim hızı kazandırdığını ortaya koymuştur. Artan sıcaklık nedeniyle ortaya çıkan erginlerin kanatlarının kısılması ve termal dalgalanmaların şiddetinde öngörülen artış, *Cx. pipiens* türü sivrisineğin ergin öncesi dönemde yüzleşeceği öngörülen iklim değişikliğinin birincil zararlı etkisi gibi görülmektedir. Ek olarak, küresel ısınmanın gelecekte larvaların kışı geçirmesini sağlayarak türün mevsimsel fenolojisinde dramatik değişikliklere neden olması muhtemel görülmektedir. *Cx. pipiens*'in halihazırda bir şekilde insan çevresine ve alışkanlıklarına uyum sağlamış olması ve termal bozulmalara öncelikle zaten mevcut olan genetik potansiyeli aracılığıyla yüzleşmesi, pek çok türün uyum sağlamasına izin vermeyecek kadar hızlı olduğu tahmin edilen iklim değişikliğine karşı bu türe bazı avantajlar sağlayacak gibi gözükmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: *Culex pipiens*, soğuk uyumu, günlük sıcaklık aralığı, kardeş, bireyler arası çeşitlilik.

Bilim Kod / Kodları : 20312, 20313, 20328

Sayfa Sayısı : 149

ABSTRACT

EFFECTS OF LOCAL METEOROLOGICAL PARAMETERS ON THE BIOLOGY OF *CULEX PIFIENS* (L.) (DIPTERA: CULICIDAE) IN THE FRAMEWORK OF GLOBAL CLIMATE CHANGE

PH.D THESIS

ZAFER ŞAKACI

BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
BIOLOGY

SUPERVISOR: PROF. DR. AYLİN ER

CO-SUPERVISOR: PROF. DR. SIRRI KAR

BALIKESİR, 2023

It is predicted that mosquitoes, being ectothermic arthropods, will be significantly affected by the anthropogenic climate change. However, it is known that the precise manifestation of this effect is quite complicated, and the need for field-based realistic data is particularly emphasized in order to make an accurate prediction. This study was carried out to determine the larval development characteristics of *Culex pipiens* on monthly basis in its natural habitat in Eastern Thrace, Turkey. During the study, performed between May 2021 and June 2022, a total of 3744 larvae were reared in artificial containers to be fully exposed to the natural thermal regime and monitored daily from the eclosion of the first instar larvae to the adult emergence or the death of the last aquatic form, and survival rate and development time of the aquatic stages, wing length of emergent adults and hourly ambient temperature values were recorded. In total, 2596 adults emerged with a developmental time ranging from 7 to 48 days that was directly determined by the periodic values and course of the ambient temperature. This study revealed that magnificent plastic thermal response and thermal acclimation capacity of the species, together with beneficences of the circadian rhythm, endow the larvae in the natural habitat with unexpectedly higher viability and development rate than can be determined under constant laboratory conditions. The predicted increase in the severity of thermal fluctuations and possible shortening of the wings of emergent adults due to increasing temperature seem to be the primary detrimental impact of the predicted climate change for *Cx. pipiens* that it will face through the immatures. In addition, global warming seems likely to cause dramatic changes in the seasonal phenology of the species by enabling larvae to overwinter in the future. The fact that *Cx. pipiens* has already adapted to human environment and habits, and that it faces thermal perturbations primarily through an already existing genetic potential, appears to offer some advantages to the species against climate change, which is predicted to be too fast to allow many species to adapt.

ANAHTAR KELİMELER: *Culex pipiens*, cold acclimation, diurnal temperature range, sibling, interindividual variation.

Science Code / Codes : 20312, 20313, 20328

Page Number : 149

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	iv
TABLO LİSTESİ	vi
SEMBOL VE KISALTMA LİSTESİ	viii
ÖNSÖZ	ix
1. GİRİŞ	1
1.1 Türkiye’deki Sivrisinek Türleri	4
1.2 Biyoloji ve Yaşam Döngüsü.....	5
1.2.1 Üreme Alanı	7
1.2.2 Yumurta Evresi	9
1.2.3 Larva Evresi	12
1.2.4 Pupa Evresi	15
1.2.5 Ergin Evresi	16
1.3 Mevsimsel Dinamizm.....	18
1.4 Konak Arama.....	19
1.5 Konak Tercihi	20
1.6 Vektörlük.....	22
1.7 Vektör-Etken İlişkisi	24
1.8 Antropojenik İklim Değişikliğinin Sivrisinek Biyolojisi ve Sivrisinek Kaynaklı Hastalıklar Üzerine Etkisi	26
1.9 Saha Temelli Verilerin Elde Edilmesi	28
1.10 İklim Değişikliği Araştırmalarında İhmal Edilen Fenomen: Tür İçi Bireysel Çeşitlilik	29
2. MATERYAL VE METOT	30
2.1 Çalışma Alanı	30
2.2 Çalışma Tasarımı	31
2.3 Deneme Gruplarının Kurulumu	32
2.4 Larvaların Takibi	33
2.5 İstatistiksel Analiz	34
3. SONUÇLAR	36
3.1 Çalışma Boyunca Maruz Kalınan Sıcaklık Değerleri	82
3.2 Hayatta Kalma	82
3.3 Gelişim Süresi	86
3.4 Kanat Uzunluğu	104
4. TARTIŞMA	105
5. KAYNAKLAR (APA)	115
EKLER	137
EK A: Kardeş Larvaların Gelişim Süresi ve Maruz Kalınan Sıcaklık Değerleri	138
EK B: Kardeş Larvalardan Erkek ve Dişi Çıkışları ve Maruz Kalınan Sıcaklık Değerleri..	139
ÖZGEÇMİŞ	147

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: <i>Culex</i> , <i>Aedes</i> ve <i>Anopheles</i> cinslerinde yaşam döngüsü.....	11
Şekil 1.2: Culicinae alt ailesinde dördüncü evre larva.....	13
Şekil 1.3: Pupanın yandan görünümü	15
Şekil 1.4: Başın yandan görünümü (üst: erkek birey, alt: dişi birey).....	16
Şekil 1.5: Genel vücut morfolojisi	17
Şekil 2.1: Çalışma alanı (A: coğrafik lokasyon, B: sera sistemi, C: konteynerler).....	30
Şekil 3.1: Mayıs21 denemesinde gözlenen gelişim aşamaları ve günlük sıcaklık değerleri	39
Şekil 3.2: Haziran21 denemesinde gözlenen gelişim aşamaları ve günlük sıcaklık değerleri	42
Şekil 3.3: Temmuz21 denemesinde gözlenen gelişim aşamaları ve günlük sıcaklık değerleri	44
Şekil 3.4: Ağustos21 denemesinde gözlenen gelişim aşamaları ve günlük sıcaklık değerleri	46
Şekil 3.5: Eylül21 denemesinde gözlenen gelişim aşamaları ve günlük sıcaklık değerleri	48
Şekil 3.6: Ekim21 denemesinde gözlenen gelişim aşamaları ve günlük sıcaklık değerleri	51
Şekil 3.7: Kasım21_1 denemesinde gözlenen gelişim aşamaları ve günlük sıcaklık değerleri	56
Şekil 3.8: Kasım21_2 denemesinde gözlenen gelişim aşamaları ve günlük sıcaklık değerleri	62
Şekil 3.9: Aralık21 denemesinde gözlenen gelişim aşamaları ve günlük sıcaklık değerleri	68
Şekil 3.10: Ocak22 denemesinde gözlenen gelişim aşamaları ve günlük sıcaklık değerleri	71
Şekil 3.11: Nisan22 denemesinde gözlenen gelişim aşamaları ve günlük sıcaklık değerleri	75
Şekil 3.12: Mayıs22 denemesinde gözlenen gelişim aşamaları ve günlük sıcaklık değerleri	79
Şekil 3.13: Haziran22 denemesinde gözlenen gelişim aşamaları ve günlük sıcaklık değerleri	81
Şekil 3.14: Deneme gruplarında ölü akuatik formların ve ortaya çıkan erginlerin sayıları ve periyodik sıcaklık değerleri	84
Şekil 3.15: Deneme gruplarında larva, dişi ve erkek sivrisineklerin gelişim süreleri ve maruz kalınan periyodik sıcaklık değerleri	86
Şekil 3.16: Deneme gruplarında larva gelişim süresi ve ortalama sıcaklık arasındaki ilişki	92
Şekil 3.17: Deneme gruplarında pupa gelişim süresi ve ortalama sıcaklık arasındaki ilişki	93
Şekil 3.18: Deneme gruplarında dişi ve erkek gelişim süresi ve ortalama sıcaklık arasındaki ilişki	94
Şekil 3.19: Maruz kalınan sıcaklık değerlerine göre larva gelişim sürelerinin dağılımı ...	99

Şekil 3.20: Maruz kalınan sıcaklık değerlerine göre dişi ve erkek gelişim sürelerinin dağılımı	100
Şekil 3.21: Larva, dişi ve erkek sivrisineklerin gözlenen ve beklenen gelişim süreleri ..	103
Şekil 3.22: Deneme gruplarında ortaya çıkan dişi ve erkeklerin kanat uzunlukları ve maruz kalınan periyodik sıcaklık değerleri	104

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1: Mayıs21 denemesinde günlük olarak gözlenen gelişim aşamaları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri	37
Tablo 3.2: Haziran21 denemesinde günlük olarak gözlenen gelişim aşamaları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri	41
Tablo 3.3: Temmuz21 denemesinde günlük olarak gözlenen gelişim aşamaları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri	43
Tablo 3.4: Ağustos21 denemesinde günlük olarak gözlenen gelişim aşamaları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri	45
Tablo 3.5: Eylül21 denemesinde günlük olarak gözlenen gelişim aşamaları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri	47
Tablo 3.6: Ekim21 denemesinde günlük olarak gözlenen gelişim aşamaları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri	49
Tablo 3.7: Kasım21_1 denemesinde günlük olarak gözlenen gelişim aşamaları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri	53
Tablo 3.8: Kasım21_2 denemesinde günlük olarak gözlenen gelişim aşamaları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri	59
Tablo 3.9: Aralık21 denemesinde günlük olarak gözlenen gelişim aşamaları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri	66
Tablo 3.10: Ocak22 denemesinde günlük olarak gözlenen gelişim aşamaları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri	70
Tablo 3.11: Nisan22 denemesinde günlük olarak gözlenen gelişim aşamaları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri	72
Tablo 3.12: Mayıs22 denemesinde günlük olarak gözlenen gelişim aşamaları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri	78
Tablo 3.13: Haziran22 denemesinde günlük olarak gözlenen gelişim aşamaları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri	80
Tablo 3.14: Deneme gruplarında gözlenen gelişim aşamaları ve deneme periyotları boyunca maruz kalınan ortalama sıcaklık değerleri	83
Tablo 3.15: Larvaların yumurtadan çıkışından pupalaşana kadar (larva dönemi) maruz kaldıkları ortalama günlük sıcaklık değerleri ve gelişim süreleri	87
Tablo 3.16: Pupalasmadan ergin çıkışına kadar (pupa dönemi) maruz kalınan ortalama günlük sıcaklık değerleri ve gelişim süreleri	88
Tablo 3.17: Dişi sivrisineklerin (total akuatik gelişim dönemi) gelişim süreleri ve maruz kaldıkları ortalama günlük sıcaklık değerleri.....	89
Tablo 3.18: Erkek sivrisineklerin (total akuatik gelişim dönemi) gelişim süreleri ve maruz kaldıkları ortalama günlük sıcaklık değerleri.....	90
Tablo 3.19: Ölü larvaların hayatta kalma süreleri ve hayatta kalma periyodu boyunca maruz kaldıkları ortalama günlük sıcaklık değerleri	91
Tablo 3.20: Sıcaklık değerleri ile larva, erkek ve dişilerin gelişim süresi arasındaki Pearson korelasyon katsayıları	96
Tablo 3.21: Çoklu regresyon analizinin sonuçları	97
Tablo 3.22: Dişi, erkek ve larvalarda ortalama sıcaklık değerlerine göre beklenen gelişim süresi değerleri	101

Tablo A.1: Plastik yetiştirme konteynerlerinde yetiştirilen kardeş larvalardan ortaya çıkan erginlerin gelişim süreleri ve ortalama günlük sıcaklık değerleri	138
Tablo B.1: HAZİRAN2021-A denemesinde erkek ve dişi ıkışları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri	139
Tablo B.2: HAZİRAN2021-B denemesinde erkek ve dişi ıkışları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri	139
Tablo B.3: HAZİRAN2021-C denemesinde erkek ve dişi ıkışları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri	140
Tablo B.4: TEMMUZ2021-A denemesinde erkek ve dişi ıkışları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri	140
Tablo B.5: AğUSTOS2021-A denemesinde erkek ve dişi ıkışları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri	140
Tablo B.6: AğUSTOS2021-B denemesinde erkek ve dişi ıkışları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri	141
Tablo B.7: EYLL2021-A denemesinde erkek ve dişi ıkışları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri	141
Tablo B.8: EKİM2021-A denemesinde erkek ve dişi ıkışları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri	142
Tablo B.9: EKİM2021-B denemesinde erkek ve dişi ıkışları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri	142
Tablo B.10: EKİM2021-C denemesinde erkek ve dişi ıkışları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri	144
Tablo B.11: MAYIS2022-A denemesinde erkek ve dişi ıkışları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri	145
Tablo B.12: HAZİRAN2022-A denemesinde erkek ve dişi ıkışları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri	145

SEMBOL VE KISALTMA LİSTESİ

°C	: Santigrat derece
%	: Yüzde
♂	: Erkek
♀	: Dişi
cm	: Santimetre
DTR	: Günlük sıcaklık aralığı
f.	: Form
mL	: Mililitre
m	: Metre
mm	: Milimetre
n	: Örnek sayısı
s.l.	: Sensu lato
s.s.	: Sensu stricto
spp.	: Bir cinse ait tüm türler
T	: Sıcaklık (°C)
var.	: Varyete

ÖNSÖZ

Bu tez “İklim Değişikliği” tematik alanında 100/2000 YÖK Doktora Burs Programı kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Bu program çerçevesinde, “İklim Değişikliği” tematik alanında 100/2000 YÖK Doktora Bursiyeri olarak görev almış bulunmaktan dolayı, Yükseköğretim Kuruluna (YÖK) teşekkür ederim.

Doktora aşamasında TÜBİTAK BİDEB 2211 Yurt içi Doktora Burs Programı ile destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumuna (TÜBİTAK) teşekkür ederim.

Balıkesir Üniversitesi bünyesinde “İklim Değişikliği” tematik alanında 100/2000 YÖK Doktora Burs Programı’nın açılması için büyük emek harcayan ve program kapsamında bu tezi yürütme fırsatı sunan Prof. Dr. Olga SAK ve Prof. Dr. Aylin ER’e teşekkürlerimi sunarım.

Doktora süreci boyunca, akademik birikimlerini ve desteklerini esirgemeyen tez danışmanlarım Prof. Dr. Aylin ER ve Prof. Dr. Sırrı KAR’a; tez izleme komitesi üyesi hocalarım Prof. Dr. Olga SAK ve Prof. Dr. Volkan AKSOY’a; Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi öğretim üyesi Prof. Dr. Deniz ŞİRİN’e; Akdeniz Üniversitesi öğretim üyesi Prof. Dr. Adil KORKMAZ’a teşekkürlerimi sunarım.

Balıkesir Üniversitesi bünyesinde 100/2000 YÖK Doktora Burs Programı açıldığını bana bildiren ve başvurmam konusunda beni teşvik eden Trakya Üniversitesi öğretim üyesi Prof. Dr. Celal KARAMAN’a teşekkürlerimi sunarım.

1. GİRİŞ

Antropojenik iklim değişikliğinin özellikle son on yıllarda belirgin bir şekilde kendini gösterdiği ortadadır ve ekosistemler üzerindeki öneminin ve şiddetinin giderek artacağı öngörülmektedir. Kayıtlar, Dünya üzerindeki ortalama yüzey hava sıcaklığının son on yıllarda sürekli olarak $\sim 0.2^{\circ}\text{C}$ arttığını ve bu artışın mevcut hızda devam etmesi durumunda küresel ısınmanın 2030 ile 2052 yılları arasında 1.5°C 'ye ulaşmasının muhtemel olduğunu göstermektedir (IPCC, 2018). Bu küresel ısınma trendine ek olarak, yoğunlaşan atmosferik dalgalanmalar; sıcak hava dalgaları, aşırı kuraklık ve yağışlar ve soğuk dönemler gibi aşırı (ekstrem, uç) hava ve iklim olaylarının sıklığında ve şiddetinde artışa neden olmaktadır (Sun vd., 2014; Christidis vd., 2015; Ma ve Yuan, 2021). Genellikle kısa ve öngörülemeyen başlangıçlarla karakterize edilen bu dalgalı aşırı hava ve iklim olaylarının, bazı ekolojik sistemler ve canlı organizmalar için kademeli ortalama değişikliklerden çok daha yıkıcı olabileceği belirtilmektedir (Vasseur vd., 2014; Williams, 2016; Soroye vd., 2020).

Ektotermik eklembacaklılar olan sivrisineklerin antropojenik iklim değişikliğinden önemli ölçüde etkileneceği öngörülmektedir. Böcekler doğal habitatlarında rutin olarak günlük, aylık veya mevsimsel bazda değişken iklimsel parametrelere maruz kalmaktadır. Çeşitli biyolojik ve popülasyon özellikleri (Williams, 2016; Dillon ve Lozier, 2019) ve vektör yetkinliği (Lambrechts vd., 2011; Murdock vd., 2017; McGregor vd., 2021) bu değişken durumun etkisi altında uzmanlaşmıştır. Bu nedenle, bu tür parametrelerde daha güvenilir veriler elde etmek için, ilgili çalışmaların doğrudan böceklerin doğal ortamlarında veya doğal ortamlarının gerçekçi simülasyonunda yapılması gerekliliği ifade edilmiştir (Alto vd., 2018; Kellermann vd., 2019). İklim değişikliğinin sıcaklık değerlerindeki değişimler ve periyodik termal aşırılıkların artan sıklığı ile karakterize edileceği tahmin edildiğinden, iklim değişikliğinin vektörler de dahil olmak üzere organizmalar üzerindeki etkisini doğru bir şekilde ölçmek için gerçekçi dalgalanan koşullar altında yürütülen çalışmalara duyulan ihtiyaç üzerinde özellikle durulmuştur (Schneider vd., 2011; Paaijmans vd., 2013; Colinet vd., 2015; Kingsolver ve Woods, 2016; Kingsolver ve Buckley, 2017; McGregor vd., 2021).

Sıcaklığın eklembacaklıların yaşam öyküsü özellikleri ve diğer biyolojik özellikleri üzerindeki etkileri hakkında çok sayıda çalışma olmasına rağmen, bunlar ağırlıklı olarak laboratuvar koşullarında ve çoğunlukla laboratuvar kolonileri üzerine sabit sıcaklık rejimleri uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte, bu çalışmalarda kullanılan sivrisineklerin

laboratuvar kolonisi ya da doğal popülasyon olma durumlarının ya da çalışmaların farklı coğrafik bölgelerde yapılmasının böceklerde değişen derecelerde termal tepkiyi önemli ölçüde etkileyeceği iyi bilinmektedir (Bergant ve Trdan, 2006; Delatte vd., 2009; Vorhees vd., 2013; Ciota vd., 2014; Ruybal vd., 2016; Field vd., 2022).

Yaşam alanlarının ve alışkanlıklarının sürekliliğini ön planda tutan insan tarafından iklim değişikliğinin tahrip düzeyi belirlenmektedir. Dolayısıyla, insan yaşam alanlarına ve alışkanlıklarına halihazırda uyum sağlamış vektör türler geleceğin öne çıkan vektörleri olarak görülmektedir. Bu bağlamda, *Culex pipiens* türü sivrisinek yaşam öyküsü özellikleri ve ekolojik özellikleri dikkate alındığında, geleceğin vektörü olmaya aday vektörler arasında ilk öne çıkanlardan birisi konumundadır. Bu duruma sebep olan bir takım özellikleri şu şekilde sıralanabilmektedir: i) çok düşük konak özgüllüğü sergilemektedir ve bu nedenle insanlardan, evcil hayvanlardan, yabani kuşlardan ve kentsel ortamlarda yaşayabilen diğer bazı vahşi hayvanlardan kan emebilmektedir (Clements, 1993), ii) çevre ve iklim koşullarına bağlı olarak, hızlı bir tepki vererek anında dış mekanlarda veya iç mekanlarda daha uygun yerlere (ev veya hayvan barınakları, yer altı veya yerüstündeki çeşitli alanlara vb.) sığınabilmektedir (Dörge vd., 2020), iii) üreme alanı olarak yüksek ilgisinin olduğu farklı kirlilik seviyelerine sahip, farklı miktarlarda su içeren yapay kapları kullanmaktadır, iv) yıl boyunca çok sayıda nesil verebilme potansiyeli taşımaktadır (Clements, 1993). Ayrıca, türün iklim adaptasyonunun evrimsel mekanizmalarını araştırmak için değerli bir model olduğu belirtilmiştir (Gray, 2013). Tüm bu özelliklerinden dolayı, *Cx. pipiens* türü çalışmada kullanılmak üzere seçilmiştir.

Bu çalışma, iklim, çağdaş kentleşme eğilimi ve ekolojik özellikler açısından kuzey yarım kürede *Cx. pipiens*'in görüldüğü birçok yeri temsil edebilecek nitelikte olan, Türkiye'nin Avrupa yakasında, Doğu Trakya Bölgesi'nde seçilmiş bir lokalitede gerçekleştirilmiştir (Farajollahi vd., 2011). Yaklaşık olarak Eski Dünya'nın ortasında yer alan Trakya Bölgesi, Güney Afrika, Rift Vadisi ve Orta Doğu, Avrupa ve İskandinavya arasında uzanan Afrika-Batı Paleartik kuş göç yollarının en uzun ve en geniş rotası olan Akdeniz/Karadeniz kuş göç yolunun en kritik şişe boyunlarından biri konumundadır (Najdenski vd., 2018). *Culex pipiens* popülasyon yoğunluğunun yüksek olduğu bölge, sivrisinek kaynaklı bazı hastalıkların sirkülasyonu için uygun bir ortam sunmaktadır (Ergunay vd., 2017; Öncü vd., 2018) ve Türkiye'de Batı Nil virüsü enfeksiyonu vakalarının en fazla görüldüğü bölgelerden birisi durumundadır (ECDC, 2020). Bu çalışmada, doğrudan *Cx. pipiens* doğal

popülasyonundan elde edilen yumurta paketlerinden çıkan larvaların gelişim süreci, yapay kaplarda ilk larva evresinden ergin çıkışına kadar günlük olarak izlenmiştir. Kaplar, saatlik olarak otomatik olarak kaydedilen ortam sıcaklık rejimine tam olarak maruz kalacak şekilde doğal ortamlarında tutulmuştur. Doğal popülasyonun üreme dinamikleri devam ettiği sürece aylık olarak gerçekleştirilen çalışmada, günlük veya mevsimsel olarak dalgalanan doğal sıcaklık rejiminin larva gelişim özellikleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Etkinin nicelleştirilmesi için, ortaya çıkan yetişkinlerin gelişim süresi, hayatta kalma oranı ve kanat uzunluğu kriter olarak alınmıştır. Bireyler arasında varyasyonun olup olmadığının belirlenmesi amacıyla larva, erkek ve dişiler için parametreler bireysel düzeyde kaydedilmiştir. Bildiğimiz kadarıyla bu çalışma, doğrudan doğal yaşam alanından elde edilen ve başka hiçbir yapay koşula uyum sağlamamış sivrisinek larvalarının yıl boyunca aynı yaşam ortamının etkisi altında gelişiminin izlendiği ilk çalışma niteliğindedir. Elde edilen sonuçlar, sabit koşullar altında laboratuvar ortamında yürütülen çalışmaların sonuçlarıyla karşılaştırılarak aralarındaki farklar tespit edilmiştir. Bu çalışma, özellikle literatürde sivrisineklerde yaşam öyküsü özellikleri üzerine yürütülen çalışmalarda büyük bir boşluk olarak karşımıza çıkan saha temelli verilerin elde edilmesi noktasında önem arz etmektedir.

1.1 Türkiye'deki Sivrisinek Türleri

Insecta (Böcekler) sınıfı, Diptera (İki kanatlılar) takımı, Culicidae ailesi içerisinde konumlanan sivrisinekler, günümüzde 3500'den fazla tür ile temsil edilmektedir. Culicidae ailesi (Sivrisinekler), Anophelinae, Culicinae olmak üzere başlıca iki alt aileye ayrılmıştır. Anophelinae ve Culicinae alt ailelerine ait türlerde dişiler kan emerek beslenmektedir ve aşısı ve spesifik tedavisi bulunmayan pek çok hastalığın vektörlüğünü üstlenmektedir (Lehane, 2005; Goddard, 2008; Becker vd., 2010). Ilıman, tropikal ve subtropikal iklim kuşaklarında geniş bir dağılım alanına sahip sivrisinekler, çok sayıda hayvan ve insan hastalığı etkininin vektörlüğünü yapmalarından dolayı, Dünya genelinde ölümlerden sorumlu en tehlikeli hayvan gruplarından biri olarak bilinmektedirler. Aracılık ettikleri dengue, sıtma, sarıhumma, filariasis ve viral ensefalitler gibi hastalıklarla ilişkili her yıl milyonlarla ifade edilen insan ölüm olguları rapor edilmektedir (Merdivenci, 1984; Becker vd., 2010). Antarktika hariç tüm kıtalarda sivrisineklere ve sivrisinek kaynaklı hastalıklara rastlanmaktadır. Subtropikal ve nemli tropikal bölgeler popülasyon yoğunluğu ve tür sayısı bakımından yüksek olarak temsil edilmektedir. Bu bölgeler mevcut sivrisinek türlerinin $\frac{3}{4}$ 'ünü içermektedir (Becker vd., 2010).

Günümüzde, Türkiye'de 7 cinse ait 62 tür ve tür statüsünde değerlendirilmeyen *Anopheles hyrcanus* var. *pseudopictus* ve *Cx. pipiens* f. *molestus* dahil edildiğinde totalde 64 takson rapor edilmiştir (Parrish, 1959; Merdivenci, 1984; Ramsdale vd., 2001; Günay, 2015). Ayrıca, tür listesinde bazı hatalı tanımlamaların olduğu bildirilmiştir. Tüm bu veriler ışığında Türkiye'de bulunan sivrisinek türlerinin listesi şu şekildedir: *An. algeriensis* Theobald, 1903, *An. claviger* (Meigen, 1804), *An. hyrcanus* s.l. (Pallas, 1771), *An. hyrcanus* var. *pseudopictus* Grassi, 1894, *An. maculipennis* s.s. Meigen, 1818, *An. marteri* Senevet ve Prunelle, 1927, *An. melanoon* Hackett, 1934, *An. messeae* Falleroni, 1926, *An. plumbeus* Stephens, 1828, *An. pulcherrimus* Theobald, 1902, *An. sacharovi* Favre, 1903, *An. superpictus* Grassi, 1899, *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762), *Ae. albopictus* (Skuse, 1895), *Ae. annulipes* (Meigen, 1830), *Ae. caspius* (Pallas, 1771), *Ae. cataphylla* Dyar, 1916, *Ae. cinereus* Meigen, 1818, *Ae. communis* (De Geer, 1776), *Ae. cretinus* Edward, 1921, *Ae. cyprius* Ludlow, 1920, *Ae. detritus* (Haliday, 1833), *Ae. dorsalis* (Meigen, 1830), *Ae. echinus* (Edwards, 1920), *Ae. excrucians* (Walker, 1856), *Ae. flavescens* (Müller, 1764), *Ae. geniculatus* (Oliver, 1791), *Ae. lepidonotus* (Edwards, 1920), *Ae. leucomelas* (Meigen, 1804), *Ae. nigrocanus* Martini, 1927, *Ae. phoeniciae* Coluzzi and Sabatini, 1986, *Ae. pulcritarsis* (Rondani, 1872), *Ae. pullatus* (Coquillett, 1904), *Ae. punctator* (Kirby, 1837), *Ae.*

refiki Medschid, 1928, *Ae. rusticus* (Rossi, 1790), *Ae. vexans* (Meigen, 1830), *Ae. zammitii* (Theobald, 1903), *Cx. deserticola* Kirkpatrick, 1925, *Cx. europaeus* (şüpheli kayıt) Cunha Ramos, Riberio & Harrison, 2003, *Cx. hortensis* Ficalbi, 1889, *Cx. impudicus* Ficalbi, 1890, *Cx. laticinctus* Edwards, 1913, *Cx. martini* Medschid, 1930, *Cx. mimeticus* Noe, 1899, *Cx. modestus* Ficalbi, 1889, *Cx. perexiguus* Theobald, 1903, *Cx. pipiens* s.s. Linnaeus, 1758, *Cx. pipiens* form *molestus* Forskal, 1775, *Cx. pusillus* Macquart, 1850, *Cx. quinquefasciatus* Say, 1832, *Cx. theileri* Theobald, 1903, *Cx. torrentium* Martini, 1925, *Cx. tritaeniorhynchus* Giles, 1901, *Culiseta alaskaensis* (Ludlow, 1906), *Cs. annulata* (Schrank, 1776), *Cs. fumipennis* (Stephens, 1825), *Cs. longiaerolata* (Macquart, 1838), *Cs. morsitans* (Theobald, 1901), *Cs. subochrea* (şüpheli kayıt) (Edwards, 1921), *Coquillettidia buxtoni* (Edwards, 1923), *Cq. richiardii* (Ficalbi, 1889), *Orthopodomyia pulcripalpis* (Rondani, 1872), *Uranotaenia unguiculata* Edwards, 1913'tür (Parrish, 1959; Merdivenci, 1984; Ramsdale vd., 2001; Günay, 2015). Türkiye, başta kıyı bölgeler olmak üzere, pek çok tür için ideal bir yaşam alanı sunmaktadır (Alten vd., 2000; Aldemir ve Bosgelmez, 2006; Sengil vd., 2011). Tüm bu türlere ek olarak, Türkiye'nin farklı sivrisinek türlerini barındırma ve ülkemize farklı türlerin yerleşebilme olasılıklarının olduğu bildirilmiştir (Parrish, 1959; Merdivenci, 1984; Ramsdale vd., 2001; Günay, 2015).

1.2 Biyoloji ve Yaşam Döngüsü

Sivrisinekler, Diptera takımının diğer üyelerinde olduğu gibi yaşam döngülerinde holometabol (tam başkalaşım) bir siklus izlemektedir. Bu döngüde yumurta, larva, pupa ve ergin evresi olmak üzere dört aşama mevcuttur. Döngünün tamamlanmasında akuatik bir ortam zorunluluk arz etmektedir. Sivrisinekler yumurta, larva ve pupa evresini akuatik bir ortamda tamamlarken, ergin evresini karasal bir ortamda geçirmektedir (Becker vd., 2010). Yumurtadan çıkışın ardından dört larval dönem ve ardından bir pupa dönemi geçirerek ergin aşamaya ulaşmaktadırlar. Bu holometabol siklusun tamamlanması sıcak aylarda birkaç hafta sürerken, soğuk aylarda bu süre uzamaktadır (Merdivenci, 1984).

Sivrisinek yaşam siklusunun tamamlanabilmesi için akuatik bir ortamın var olması gerekmektedir. Sivrisineklerin yumurta bırakmak için tercih ettikleri akuatik ortamlar türden türe değişmektedir. Örneğin, *Culex* cinsine ait türler yumurtalarını bırakmak için organik içerik bakımından zengin foseptik çukurları, insan yapımı yapay kapların içinde biriken su birikintilerini, durgun küçük boyutlu su birikintilerini, atık su birikintilerini, bataklıklar, havuz ve göl gibi alanları tercih etmektedir. Ek olarak, *Culex* cinsi su fiziko-kimyası

açısından oldukça esnek tercihe sahip türleri barındırmaktadır. *Cx. pipiens* bu türlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Bu tür, akuatik ortamın kirlilik, pH düzeyi ve sıcaklık gibi parametreleri üzerinde pek seçici davranmamaktadır. Bu sebeple, kozmopolit bir tür olarak literatürde karşımıza çıkmaktadır. Hemen hemen bütün sivrisinek türleri için akuatik ortamın hafifçe bir çukurlukta bulunması ve kenarında rüzgarı kesebilecek şekilde otluk, çalılık alan ya da hafif bir yükseltinin bulunması yumurta bırakılması için bir tercih sebebi olmaktadır (Rydzanicz ve Lonc, 2003; Goddard, 2008; Reiskind ve Zarrabi, 2011).

Hava sıcaklığındaki azalma ve gün uzunluğunun kısalması sivrisineklerin metabolizmalarını yavaşlatarak onları kışlamaya (hibernasyon) yönlendirmektedir. Bu durumda, bazı türlerde sivrisinek dişileri sonbahar mevsiminin son dönemlerinde terkedilmiş betonarme yapılar, ahırlar, nemli bodrumlar gibi iç mekanlara yönelerek kışı geçirmektedir. Hava sıcaklığının daha da soğumasıyla birlikte sivrisinek vücudunda yağ birikimi artmaktadır. Üreme faaliyetleri tamamen durmaktadır. Bazı türlerde dişiler bu soğuk koşullarda kan emme davranışı sergileyebilmektedir, ancak yumurtlama aktivitesi gerçekleşmemektedir. Bu kan emme davranışının sebebi enerji temin etmektir ve bu durumda tam bir diyapozdan bahsedilememektedir. Buna literatürde Anofel kalıcığı adı verilmektedir. Kışlama sivrisinek türlerinin popülasyonlarının devamlılığı açısından önem arz etmektedir (Merdivenci, 1984). Sivrisinekler sıcak ve kurak yaz aylarında ise vücutlarından su kaybetmeye başlamaktadır. Takiben kan ile beslenme davranışları minimum düzeye inmektedir. Bu durum, yaz uyuşukluğu (estivasyon) olarak adlandırılmaktadır. Kuraklığın geçmesi ve uygun koşulların tekrar oluşmasıyla birlikte yaz uyuşukluğu sonlanmaktadır (Demirci, 2006).

Sivrisinek dişilerinin yumurtlayabilmeleri için kan emmeleri gerekmektedir. Erkekler ise, bitki öz sularından beslenerek vücutları için gereken enerjiyi temin etmektedir (Clements, 1963). Kan genellikle kuşlardan ve memeli hayvanlardan temin edilmektedir. Az sayıda tür ise kurbağa ve sürüngenlerden kan emmektedir (batrokofil). Bazı türler ise hem memeliler (mammofilik) hem de kuşlar (ornitofilik) üzerinden beslenmektedir. Kanla beslenmede insanları tercih eden türlere antropofilik, hayvanları tercih eden türlere ise zoofilik denilmektedir. Hem hayvan hem de insanları konak olarak ayırım yapmaksızın tercih eden türlere ise zoo-antropofilik adı verilmektedir (Demirci, 2006).

1.2.1 Üreme Alanı

Akuatik yaşama adapte olmuş sivrisinek larvalarına her tip habitatta rastlanmaktadır. Ancak, her türe her tip habitatta rastlanamayacağı gibi, her türün öncelikli olarak tercih ettiği akuatik habitat birbirinden farklılık göstermektedir (Kasap, 1985). Sivrisinekler üreme alanı olarak doğal ya da insan yapımı konteynerlerde birikmiş sular, bataklık, çeltik tarlaları, göl, hayvan yalakları, sulama kanalları, bitkilerle çevrilmiş durgun su birikintileri gibi alanları kullanmaktadır. Organik içerik bakımında zengin suları tercih eden türler, ayrıştırılan organik materyallerden salınan amonyak, metan, karbondioksit gibi gazları algılayarak bu alanları tespit etmektedir (Merdivenci, 1984).

Sivrisineklerde gelişim biyolojisi çevresel koşullara ve türe göre değişmektedir. Yaşam döngüsü genellikle birkaç haftada tamamlanmaktadır. Larvaların gelişimini tamamlayabilmesi için bir akuatik ortam gerekmektedir. Türlerin tercih ettikleri akuatik ortamların tipleri az çok birbirinden farklı olmaktadır (Becker vd., 2010). *Culex*, *Culiseta* ve *Anopheles* cinslerinde yumurtalar doğrudan su yüzeyine bırakılmaktadır. *Aedes* cinsinde su kenarlarındaki nemli toprak örtüsü, daha sonra su basması muhtemel olan alanlar yumurtlamada tercih edilmektedir (Lucius ve Loos-Frank, 2008). *Culex* spp. genellikle havuz, göl ya da küçük su kütlelerine sahip durgun su birikintilerini, organik içerik bakımından zengin foseptik, atık su birikintilerini yumurtlama alanı olarak kullanmaktadır. Organik içerik bakımından zengin su kütlelerine ilgisi olan türler, bu alanlara ayrışan organik materyallerden açığa çıkan metan, karbondioksit, amonyak gibi gazları takip ederek yönelmektedir. *Aedes* spp. ağaç kovukları, insan yapımı konteynerler ve tekerleklerin iç haznelerinde biriken su birikintilerini yumurtlama alanı olarak kullanmaktadır. Çoğu sivrisinek türü yumurtlama alanı tercihinde oldukça esnek davranmaktadır. Örneğin, *Cx. pipiens* türü akuatik ortamın kirliliği, pH değeri ve sıcaklığı konusunda seçicilik göstermemektedir. Bu türün Dünya genelinde en yaygın sivrisinek türü olması noktasında bu durum önem arz etmektedir. Aslında, her tür yumurtlamak için, akuatik ortamın çukurlukta bulunmasını ve kenarında gelişimin sonraki aşamalarında ortaya çıkacak olan ergin bireyleri rüzgardan belli derecelerde koruyacak bir yükselti ya da ot yığının olmasını tercih etmektedir. Çünkü pupadan yeni çıkan erginler uçmadan önce suya düşerlerse büyük bir olasılıkla ölüm gerçekleşmektedir (Rydzanicz ve Lonc, 2003; Goddard, 2008; Becker vd., 2010; Reiskind ve Zarrabi, 2011).

Cx. pipiens ve istilacı *Aedes* türleri yumurtlamak için doğal ya da yapay konteynerleri kullanmaktadır. Bu sebeple, bu türlere konteyner türleri adı verilmektedir. İstilacı *Aedes* türleri genellikle büyük su kütleleri barındıran göl, havuz gibi alanları tercih etmemektedir. Bu türler genellikle küçük su kütleleri barındıran ve belli dönemlerde içlerine su biriken alanlarda yumurtlama eğilimi göstermektedir. Örneğin, *Ae. aegypti* ve *Ae. albopictus* gibi türler için 1 ile 3 cm derinlikte su kütlesinin oldukça ideal bir yumurtlama alanı olduğu belirtilmektedir. Ek olarak, su derinliğinin artmasının larvalarda hayatta kalma olasılığını düşürdüğü gösterilmiştir (Timmerman ve Briegel, 1993; Medici vd., 2011).

İstilacı *Aedes* türleri gri ya da siyah renkli kauçuk kaplara özel ilgi göstermektedir. Bu hususta, eski araba tekerlekleri özel bir yer işgal etmektedir. Saksı altlığı, çöp kutusu, kova, mezarlıklardaki çiçek ve su saksıları, ağaç kovukları, insan yapımı ahşap, cam ya da metal kaplar, yağmur sularının topladığı hazneler yumurtlama alanlarını oluşturmaktadır (Carrieri vd., 2011; Bartlett-Healy vd., 2012; Baldacchino vd., 2015; Medlock vd., 2015). İstilacı türler, dış mekanlarda duvar diplerindeki ve ağaçlık alanlardaki yer seviyesinde olan ve genellikle loş ortamdaki konteynerleri tercih etmektedir. Ek olarak, yumurtlama alanı olarak tercihin çevresel etkenlerin etkisiyle bölgesel olarak değişiklikler gösterebileceği de belirtilmiştir (Chareonviriyaphap vd., 2003; Medlock vd., 2015). Özellikle, bu durumun *Ae. albopictus* türünde meydana geldiğinden söz edilmiştir (Baldacchino vd., 2015). Bir diğer istilacı *Aedes* türü olan *Ae. aegypti* ise şehirleşmenin olduğu bölgelerde, binaların arasında, duvar diplerinde ve loş alanlarda bulunan insan yapımı konteynerleri ve diğer sivrisinek türlerince tercih edilenlere göre daha temiz olan suları yumurtlamak için kullanmaktadır (Kamgang vd., 2010; Higa, 2011). *Ae. albopictus* türünün ağaçlıklı alanlarda bulunan konteynerlere ilgi duyduğu ve sudaki organik kirliliğe *Ae. aegypti* türüne kıyasla daha yüksek tolerans gösterdiği belirtilmiştir (Medlock vd., 2015). *Ae. albopictus* türünün organik içerik bakımından zengin amonyak ve amino asit içeriği yüksek olan su kütlelerini kullanabildiği ve hatta sudaki oksijen seviyesinin 3 ile 6 ppm arasında olmasının uygun olduğu belirtilmiştir. Ek olarak, 0.6 ile 1.3 ppm arasındaki oksijen seviyelerinde dahi canlılığını koruyabildiği ve belli derecelere kadar elektrolit değerlerini tolere ettiği ifade edilmiştir. Özellikle dördüncü instar larvalar sudaki pH değişimlerine yüksek direnç göstermektedir. Larvaların gelişebilmesi için 6.8 ile 7.6 değerleri arasındaki su pH'ı ideal bir aralık olarak ifade edilmektedir (Estrada-Franco ve Craig, 1995). *Ae. albopictus* ve *Ae. aegypti* türleri akuatik ortamdaki düşük tuz seviyesine (%0.1>) karşı bir tercih göstermektedir. Tuzluluğa direnç düzeylerinin ise *Cx. quinquefasciatus* türünden yüksek

olduğu belirtilmiştir (Roberts ve Irving-Bell, 1997). Ek olarak *Ae. albopictus* türünün sudaki 3 ppm düzeyine kadar tuz varlığına dahi dirençli olduğu gösterilmiştir (Rao vd., 2011). *Ae. japonicus* türü doğal ve gölgelikli alanlardaki kaya oyuklarını, ağaç kovuğunda biriken doğal su birikintilerini ve insan yapımı konteynerleri üreme alanı olarak tercih etmektedir. Diğer istilacı *Aedes* türlerine kıyasla, organik içerik bakımından zengin su ve daha büyük su kütlelerini kullanabilmektedir. Türün kirliliğe olan direncinin de yüksek olduğu belirtilmiştir (Kaufman ve Fonseca, 2014; Baldacchino vd., 2015). İstilacı türlerin doğal ve yapay konteynerleri üreme alanı olarak kullanmalarından dolayı, şehirleşme trendinin ve iklim değişikliğinin bu türler için daha fazla üreme alanı oluşturabileceği öngörülmektedir (ECDC, 2017).

Aynı alanda bulunan türlerin larvaları arasında yaygın olarak rekabet gerçekleşmektedir. Bu rekabet aynı konteyneri kullanan türlerin larvaları arasında meydana gelmektedir. *Ae. albopictus* türünün larvalarının diğer istilacı *Aedes* türlerinin ve *Cx. pipiens* türünün larvalarını çeşitli derecelerde baskılayabildiği gösterilmiştir (Estrada-Franco ve Craig, 1995; Carrieri vd., 2003; Juliano vd., 2004; Costanzo vd., 2005; Bevins, 2008; Paupy vd., 2009). *Ae. japonicus* türü de larval rekabette oldukça başarılı bir tür olarak gösterilmektedir ve *Ae. atropalpus*, *Ae. triseriatus* ve *Cx. pipiens* türlerinin larvalarına karşı baskılayıcı özellik göstermektedir (Kaufman ve Fonseca, 2014; Medlock vd., 2015). *Ae. albopictus* giriş yaptığı bölgelerde *Ae. aegypti* ve diğer bazı türleri baskılayabilmektedir. Bu hususta, larval rekabet yeteneği dışında bazı diğer faktörlerin de rol oynadığı bildirilmiştir. *Ae. albopictus* erkeklerinin *Ae. aegypti* dişileri ile çiftleşebilme yetisinde olduğu ve erkek bireyler tarafından aktarılan bir dizi faktörlerin dişilerin tekrar çiftleşebilmesini baskıladığı gösterilmiştir. *Ae. albopictus* dişilerinin de diğer türlerin erkekleri tarafından çiftleşmeye maruz kaldığı lakin dişilerin tekrar çiftleşme yeteneğini kaybetmediği bildirilmiştir (Estrada-Franco ve Craig, 1995; Tripet vd., 2011; Bargielowski vd., 2013). Diğer yandan, *Ae. albopictus* tarafından *Ae. aegypti* türünün baskılandığı alanlarda bunun sadece iki tür arasındaki çiftleşmeden kaynaklanamayacağı, bölgenin ekolojik ve iklimsel özelliklerinin *Ae. albopictus* lehine olabileceği ifade edilmiştir (Lounibos vd., 2010).

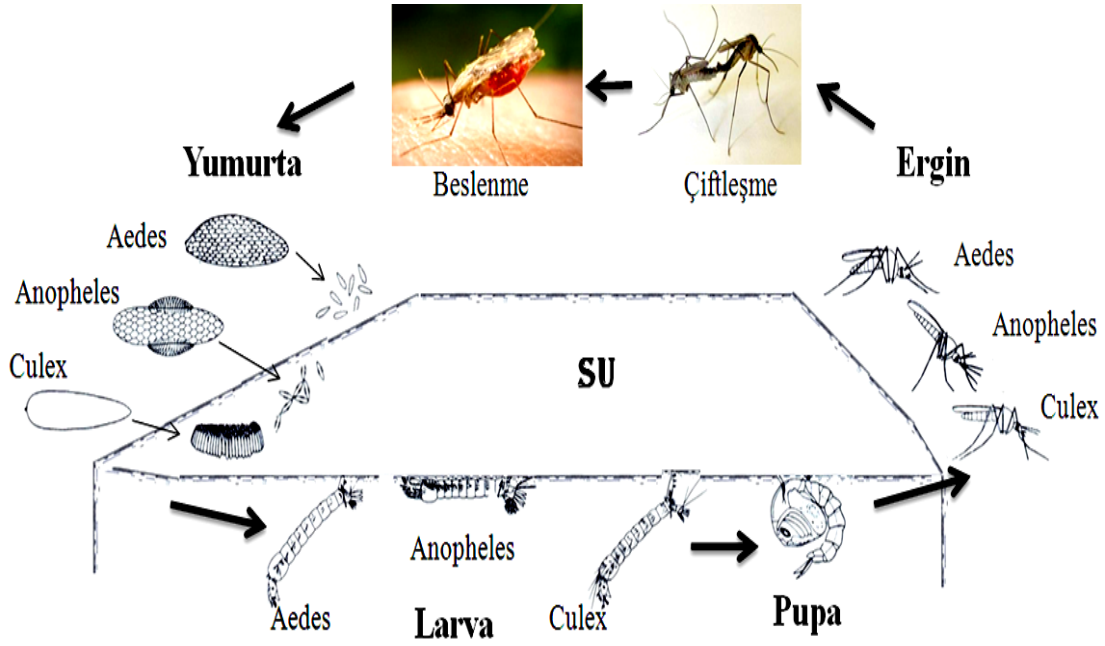
1.2.2 Yumurta Evresi

Aedes ve *Anopheles* cinsine ait türler yumurtalarını tek tek sererken, *Culex* ve *Culiseta* cinslerine ait türler yumurtalarını gruplar halinde sermektedir (Şekil 1.1). Yumurtaların şekilleri tür bazında değişiklik göstermektedir. *Anopheles* cinsine ait türlerde ince-uzun

formdaki yumurtaların yanal kısımlarında, yumurtanın suyun yüzeyinde kalmasını sağlayan ve batmasını engelleyen yüzgeç kuşağı bulunmaktadır. *Culex* cinsine ait türlerde yumurtalar 100-300'lü gruplar halinde bir paket şeklinde ve sal benzeri bir görünümde akuatik habitatın yüzeyine bırakılmaktadır (Wall ve Shearer, 2001; Foster ve Walker, 2002; Lucius ve Loos-Frank, 2008). *Aedes* cinsine ait türlerin çoğunda ise yumurtlar su yüzeyinin hemen üzerinde toprağın nemli kısımlarına ya da kuruyan ve daha sonra su ile dolması muhtemel olan su çukurlarının diplerine bırakılmaktadır. *Culex* ve *Aedes* cinslerinde, *Anopheles* cinslerinde bulunan yüzgeç kuşağı bulunmamaktadır (Merdivenci, 1984). Su yüzeyine bırakılan sivrisinek yumurtaları, akıntı yoluyla uzak mesafeleri katedebilmektedirler. Yumurtalar sıcaklık dalgalanmalarına, kurumaya oldukça duyarlı davranmaktadır. Özellikle, kitinizasyon sürecinin tamamlanmadığı ilk birkaç saatte duyarlılık yüksek seviyede olmaktadır. Yumurtalar kitinizasyon sürecini tamamladıkça sıcaklık dalgalanmalarına ve kurumaya karşı direnç kazanmaktadır. Su yüzeyine bırakılan yumurtalarda larvaların gelişimi ve çıkışı kısa süre içerisinde gerçekleşmektedir. Sıcaklık düzeyinin 4 °C 'ye inmesi durumunda yumurtalarda embriyonel gelişim tamamlanamamaktadır. *Cx. pipiens* yumurta paketlerinden 10 ile 30 °C'de 1 ile 10 gün arasında değişen sürelerde larva çıkımı gerçekleşmektedir (Wall ve Shearer, 2001; Becker vd., 2010).

Erkek ve dişi bireyin çiftleşmesini takiben, dişi bir konak üzerinden beslenmektedir. Ardından, üreme alanı civarında bulunan kuytu bir köşeye çekilerek kanın sindirimi ve yumurtaların olgunlaştırılması süreçleri gerçekleştirilmektedir. Yumurtalarını olgunlaştıran dişi, rüzgarsız ve durgun bir havada su yüzeyinde dalgalanmaların olmadığı bir anda şafak ile gün doğumu arasında, gün doğumunda ya da sabahın erken saatlerinde bir akuatik habitata yumurtalarını bırakmaktadır (Merdivenci, 1984).

Büyük su kütlelerine bırakılan yumurtalar, akıntılara kapılarak uzak mesafelere taşınabilmektedir. İlk saatlerde yumurtaların kitinizasyon süreci tamamlanmadığından dolayı hava ve su sıcaklığına ve kurumaya karşı oldukça duyarlı olmaktadır. Bir akuatik habitata bırakılan yumurtalar, ilk anda beyaz ya da beyazımsı renkte görülmektedir. Bu halde predatörlere av olmaya ve kurumaya karşı oldukça savunmasız halde bulunmaktadır. Birkaç saatin ardından yumurtaların kitinizasyon süreci tamamlanmakta ve yumurtalar esmerleşmeye ve sertleşmeye başlamaktadır. Kitinizasyonu tamamlanan yumurtalar uzun süre doğadaki dalgalanan çevresel koşullara direnebilmektedir (Becker vd., 2010).



Şekil 1.1: *Culex*, *Aedes* ve *Anopheles* cinslerinde yaşam döngüsü (Rozendaal, 1997)

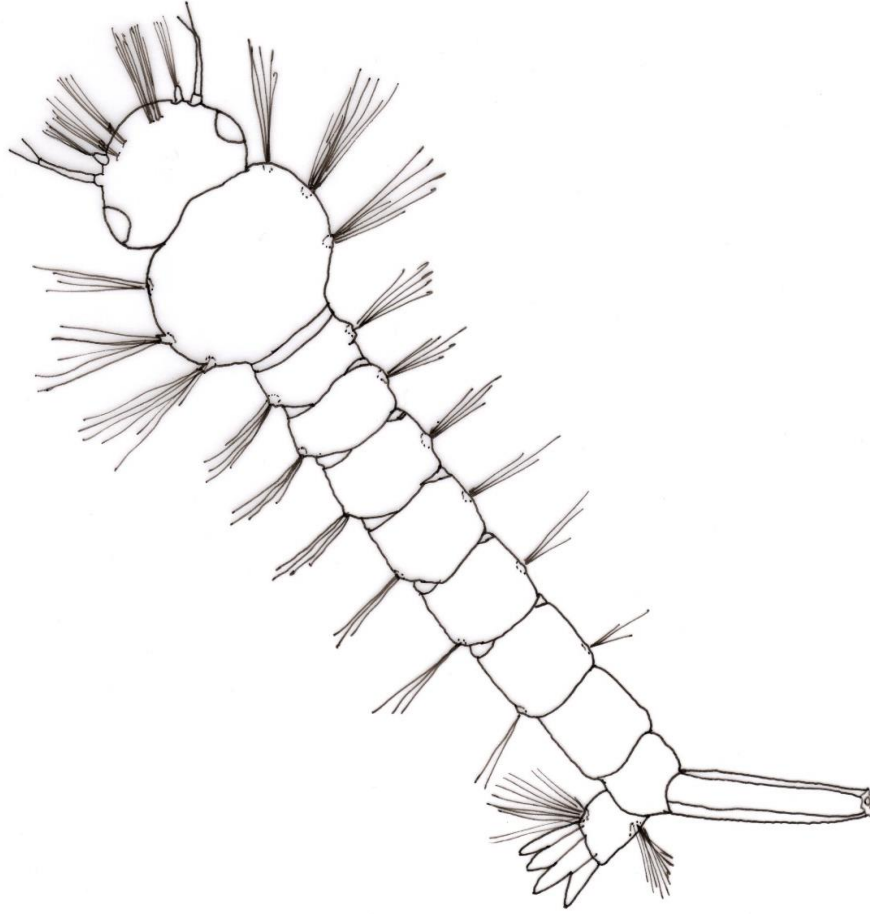
İstilacı *Aedes* türlerinde dişiler yumurtalarını farklı üreme alanlarına az az ve bölerek bırakmaktadır. Dişi tüm yumurtalarını nadiren alternatif üreme alanları bulamadığı durumlarda tek bir konteynere sermektedir. Bu davranış, belirli bir üreme alanında konteynerde oluşabilecek larva kalabalığının engellenmesi adına önemli görülmektedir. Ek olarak, yumurtalar ilk zamanlarında, örümcekgiller, karıncalar, izopodlar ve diğer bazı eklembacaklılar tarafından tüketilebilmektedir. Bu durumda, toplu bir şekilde tek bir konteynere bırakılan yumurtalarda kayıp, farklı konteynerlere az az ve bölünerek bırakılan yumurtalardakine kıyasla daha fazla olmaktadır (Estrada-Franco ve Craig, 1995; Muktar vd., 2016). Yumurtalar tek tek su kütesinin civarına tekli olarak yapıştırılmaktadır. Yumurtaların %75'lik bir kısmı konteynerdeki su yüzeyinden 16 mm'lik yükseklik seviyesine kadarki alanda bulunmaktadır. Nadir olarak, su yüzeyinden 50 mm yüksekliğe kadar yumurtalar yapıştırılmaktadır (Estrada-Franco ve Craig, 1995). *Ae. albopictus* türünde 21-27 °C'de ve %70-80 nem düzeyinde 2 ile 4 gün arasında yumurtadan larva gelişmektedir. 15 °C'de ise larva gelişimi 42 günde gerçekleşmektedir (Estrada-Franco ve Craig, 1995; Waldock vd., 2013). *Ae. vexans* türünde 20-25 °C'de 4 ile 8 gün arasında yumurtada larva gelişmektedir (Becker vd., 2010). İçerisinde larva gelişim süreci tamamlanan yumurtaların kurumaya karşı direnci oldukça yüksek olmaktadır. Larva gelişimi tamamlanmış *Aedes* yumurtaları 25 °C'de ve %70-75 nem düzeyinde 243 gün canlı kalabilmektedir. 25-26 °C ve %60-70 nem düzeyinde ise 2 ay boyunca canlı kalmaktadır (Estrada-Franco ve Craig, 1995). Bu yüzden, yumurtlamanın ilk 24 saatlik periyodunda ve ilk 4 gününde yumurtaların yüksek nem

düzeyinde bulunması önem arz etmektedir. Nemli alanlara serilen yumurtalarda embriyonel gelişim hızlı tamamlanmaktadır. Ancak, yumurtadan larva çıkışı için, su seviyesinin yükselmesi, yağmur ve sel kaynaklı su temaslarının yaşanması ve yumurtalardan çıkacak larvaların gelişebilmesi için gereken akuatik ortamın oluşması gerekmektedir. Tüm bu şartların oluşumunu bekleyen *Ae. vexans* türünde yumurtaların açılmadan 4 yıl boyunca canlılık gösterebildiği gösterilmiştir (Wall ve Shearer, 2001; Becker vd., 2010). *Aedes* yumurtalarında dormansi görülmektedir. Sıcaklık, ışık ve su yokluğu dormansi üzerinde etkili olmaktadır. *Aedes vexans* larvaları, sıcaklık azalmasının görüldüğü sonbaharda 10 °C'nin altındaki su kütlelerinde yumurtadan çıkmamaktadır. Sıcaklıkta artışın görüldüğü ilkbaharda ise su kütlelerindeki sıcaklığın 4 °C'yi aşmasıyla yumurtadan larva çıkışı başlamaktadır. Çoğu sivrisinek türünde diyapozda bulunan yumurta 0 °C'nin altında dahi canlılığını koruyabilmektedir (Wall ve Shearer, 2001; Becker vd., 2010). *Ae. albopictus* türünde yumurtalar 0 °C'nin altında -10 °C'de dahi kışı geçirebilmektedir (Hawley, 1988; Waldock vd., 2013). Ek olarak, *Ae. albopictus* yumurtalarında fotoperiyoda bağlı olarak diyapoz da gerçekleşmektedir. Sonbahar mevsiminde ışığın 11 ile 14 saatin altına indiği periyotlarda bırakılan yumurtaların yaz mevsiminde bırakılan yumurtalara göre daha büyük ve lipit deposunun fazla olduğu gösterilmiştir (Lounibos vd., 2003; Urbanski vd., 2010; Medlock vd., 2015).

1.2.3 Larva Evresi

Sivrisinek yumurtalarından çıkan genç form larva olarak adlandırılmaktadır. Sivrisinek türlerinin tümünde larvalar su içerisinde gelişmektedir. Larva baş bölgesinde bulunan kesici özellikteki bir yapıyla yumurtayı alt yüzeyinden kesmekte ve dışarıya çıkmaktadır. Suda sürekli beslenilerek dört larva evresi geçirilmektedir. Son evrede larvaların boyutu türden türe değişim göstermekle birlikte 5-15 mm arasında olabilmektedir. Larvaların vücudu saydam ve ince bir kitin örtü ile döşelidir. Sivrisinek larvalarında vücut baş, gövde ve karın olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Baş kısmında bir çift bileşik göz, iki çift anten ve ağız organelleri yer almaktadır. Baş geniş bir gövde ve ince-uzun bir karın takip etmektedir. Larvalar bir solunum borusu aracılığıyla ve solungaçlarıyla solunum yapmaktadır (Şekil 1.2). Culicinae alt ailesinde solunum borusu bulunurken, Anophelinae alt ailesinde bulunmamaktadır. Anophelinae alt ailesinde solunum borusu yerine solunum deliği adı verilen bir yapı bulunmaktadır (Merdivenci, 1984). Yaşamı genellikle su yüzeyinde geçen larvalar, rahatsız edildiklerinde hızlı abdominal kıvrılma hareketleri yaratarak suyun dibine

dalmaktadır. Soğuk hava şartlarında da larvalar dibe inmektedir ve hareketsiz bir şekilde beklemektedir (Wall ve Shearer, 2001; Reiskind ve Lounibos, 2009; Becker vd., 2010).



Şekil 1.2: Culicinae alt ailesinde dördüncü evre larva (orijinal)

Direkt olarak su yüzeyine serilen yumurtalarda, larvalar genellikle 2 ile 7 gün arasında gelişimini tamamlayarak toplu olarak aynı anda çıkmaktadır. Su basması muhtemel olan nemli yerlere bırakılan yumurtalarda ise larva çıkımı toplu olarak gerçekleşmemekte ve larva çıkımı haftalar süren bir periyoda yayılmaktadır. Su içerisindeki organik içerik zenginliği, bakteri mevcudiyeti ve oksijen azlığı yumurtalardan larva çıkımını tetiklemektedir (Estrada-Franco ve Craig, 1995).

Sivrisinek larvalarında tür bazında değişmekle birlikte larva gelişimi için gereken bir sıcaklık aralığı bulunmaktadır. *Cx. pipiens* türünde 10-30 °C aralığında larva gelişimi gerçekleşebilmektedir. Çoğu tür için 25 °C ideal larva gelişim sıcaklığını teşkil etmektedir. *Ae. rusticus* ve *Cs. morsistans* gibi türler 10 °C sıcaklıkta gelişimini sürdürebilmektedir. Ek olarak, yüzeyi buz ile kaplı olan su kütlelerinde kışı geçirebilmektedirler. Bu türler, 25 °C

üzerindeki sıcaklık değerlerinden olumsuz olarak etkilenmektedir. Dolayısıyla, soğuk iklim kuşaklarında yayılım göstermektedirler (Goddard, 2008; Becker vd., 2010). *Ae. aegypti* türünde larva gelişimi 35 °C'de 7.2 günde gerçekleşirken, 15 °C'de ise 39.7 günde gerçekleşmektedir (Tun-Lin vd., 2000). *Ae. albopictus* türünde larvalarda gelişim için ideal sıcaklık aralığı 25-30 °C olmaktadır. 10 ile 40 °C aralığının dışındaki sıcaklık değerleri tür için ölümcül olmaktadır. Erkek bireyler dişi bireylere kıyasla yaklaşık 17 saat daha erken pupadan çıkmaktadır (Estrada-Franco ve Craig, 1995; Waldock vd., 2013). *Ae. koreicus* türünde soğuğa karşı tolerans yüksektir ve Belçika'da yürütülen bir çalışmada Mart ayından Ekim ayına kadar larvalara rastlanılabilmektedir (Medlock vd., 2015). *Ae. japonicus* türünün larvaları 10 °C'de dahi canlılığını koruyabilmektedir. Türün Avrupa'nın ılıman kesimlerinde kışı larva fazında atlatabilme olasılığının olduğu bildirilmiştir (Kaufman ve Fonseca, 2014).

Larvaların beslenme şekilleri türe göre değişim göstermektedir. Çoğu larva hepçildir (omnivor) ve ana besinlerini alg, bakteri, protozoon gibi canlılar teşkil etmektedir. *Culex* cinsinde larvalar sudaki süspansiyon halindeki organik partiküllerin filtrasyonu ile beslenmektedir. Bazı *Aedes* türleri diğer sivrisinek türlerinin larvalarını dahi tüketebilmektedir. Larva gelişim sürecinde suda organik içeriğin varlığı önem arz etmektedir. Besin kıtlığı larva gelişim süresini uzatabilmektedir (Estrada-Franco ve Craig, 1995; Becker vd., 2010).

Larva gelişim sürecinde besin varlığı, sıcaklık, suyun fiziko-kimyası gibi faktörlere ek olarak, su ortamındaki larvaların yoğunluğu da önem arz etmektedir. Özellikle istilacı *Aedes* türleri için konteynerdeki larva yoğunluğu büyük önem taşımaktadır. Larval kalabalığının olduğu durumlarda larva gelişimi yavaşlamakta ve ölüm oranı artmaktadır. Ek olarak, kalabalığa maruz kalan larvalardan gelişecek olan erginlerin boyutlarının küçüldüğü ve döllenme kapasitesinin düştüğü bildirilmiştir. Bir konteynerde larval kalabalık durumunun oluşmasının tür için besin azlığından daha ciddi olumsuz etkiler meydana getirdiği ifade edilmektedir (Barbosa vd., 1972; Estrada-Franco ve Craig, 1995; Lord, 1998; Yoshioka vd., 2012). Ek olarak, larva kalabalığı meydana gelen konteynerlerden çıkan dişilerin vektörlüklerini üstlendiği hastalık etkenlerini daha yüksek oranda aktardığı rapor edilmiştir (Alto vd., 2005; Bevins, 2008; Alto vd., 2008). Mililitre başına 3.3 larva düşecek koşullarda yetiştirilen *Ae. albopictus* larvalarında, larva kalabalığı nedeniyle gelişimi baskılayan faktörlerin ortaya çıktığı ve bu faktörlerin çıkışının yetiştirilme alanında yeterli düzeyde besin bulursa dahi gerçekleştiği gösterilmiştir (Mori, 1979). Sıcaklığa oldukça dayanıklı

olan bu faktörlerin tür içi ya da türler arası etkilerinin olduğu bildirilmiştir (Moore ve Fisher, 1969; Mori, 1979). Larval kalabalıktan etkilenme durumu tür bazında ve farklı bölgelerdeki sivrisinek ekotipleri arasında değişim göstermektedir. *Ae. albopictus* türünde larval kalabalığa olan direncin diğer sivrisinek türlerinden daha yüksek olduğu gösterilmiştir (Timmerman ve Briegel, 1993; Estrada-Franco ve Craig, 1995; Medici vd., 2011).

1.2.4 Pupa Evresi

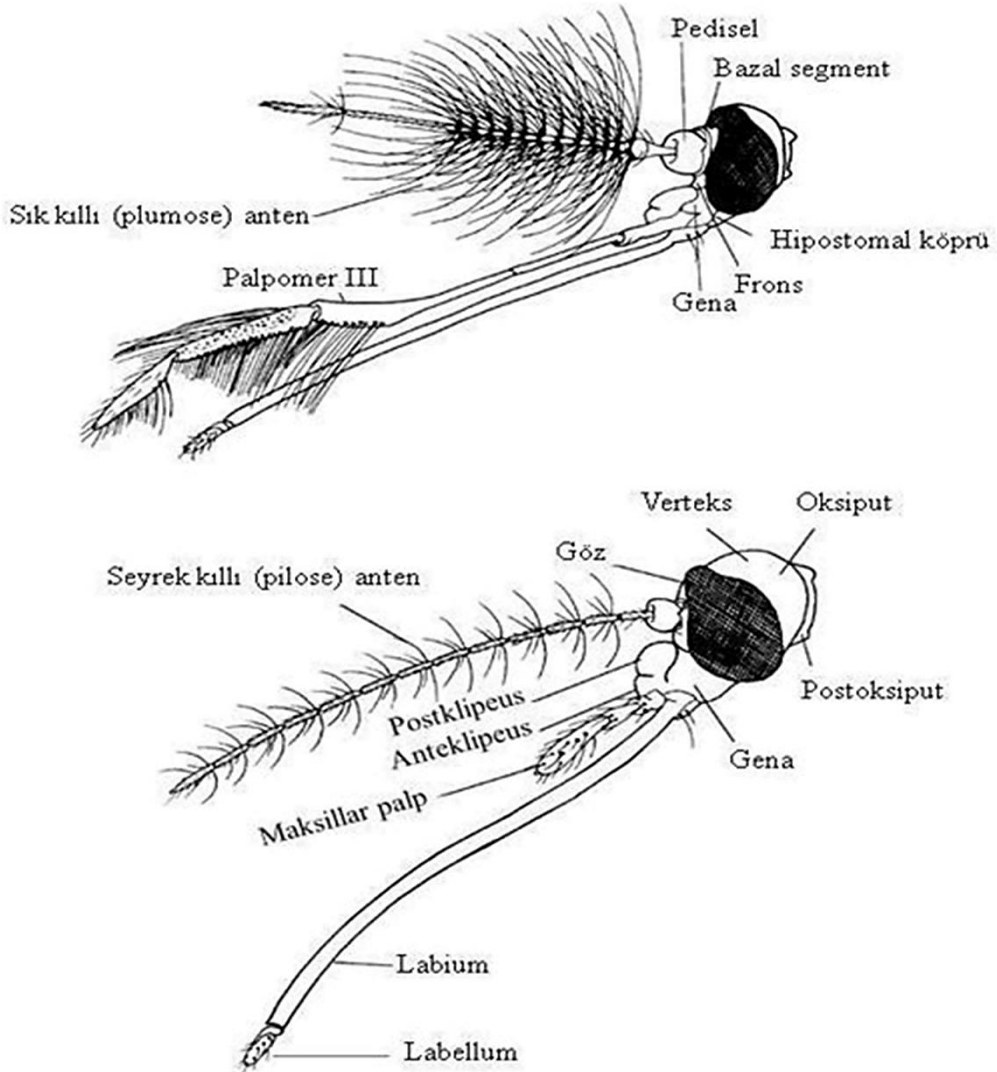
Dördüncü evreye ulaşan larvaların rengi koyulaşarak, devinim hareketleri yavaşlamaya başlamaktadır. Takiben, vücut karın yönünde kıvrılarak, virgül şeklini almaktadır. Bu evreye pupa evresi adı verilmektedir. Pupalarda solunum borusunun yerini solunum boynuzları almaktadır. Bu yapılar vasıtasıyla pupalar solunum yapmaktadır. Pupalarda da larvalar gibi devinimli yapıda olmaktadır. Rahatsız edilen pupa abdominal kıvrılma hareketleriyle suyun dibine dalmaktadır ve belli bir süre sonra tekrar suyun yüzeyine pasif bir şekilde yükselmektedir. Bu evrede beslenme aktivitesi tamamen durmaktadır. Pupalarda baş ve gövde birleşerek sefalotoraks adı verilen bir yapıyı oluşturmaktadır. Bu yapı su yüzeyinin hemen altında durmaktadır. Sefalotoraksa yassı-uzun yapıdaki bir karın eklemelenmektedir (Becker vd., 2010) (Şekil 1.3).



Şekil 1.3: Pupanın yandan görünümü (orijinal)

1.2.5 Ergin Evresi

Ergin bireylerde vücut morfolojisi baş, gövde ve karın olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır. Başın iki yanında birer adet bileşik göz konumlanmıştır. Gözler gececil sivrisineklerde daha büyük boyutlu olarak konumlanmıştır. Bu iki bileşik gözün arasından 13-15 segmenti bulunan bir çift anten çıkmaktadır. Erkek bireylerin antenleri uzun-sık kıllardan oluşmaktadır. Bu tip bir anten plumose anten olarak adlandırılmaktadır. Dişi bireylerde ise anten kısa-seyrek kıllardan oluşmaktadır. Bu tip bir anten ise pilose anten olarak adlandırılmaktadır. Antenler sivrisineklerde erkek ve dişi ayrımının kolay olarak yapılmasını sağlayan yapıları teşkil etmektedir. Başın ön kısmından konaklarından kan emmelerini sağlayan probosküs olarak adlandırılan bir hortum çıkmaktadır. Bu hortum dişilerde kan emmede fonksiyonel iken, erkeklerde sadece bitki öz sularından beslenmeyi sağlamaktadır (Merdivenci, 1984) (Şekil 1.4).



Şekil 1.4: Başın yandan görünümü (üst: erkek birey, alt: dişi birey) (Becker vd., 2010)

Pupadan çıkışı takiben ergin bireylerin kitinizasyon aşamasını tamamlaması ve erkeklerin cinsel olgunluğa ulaşması 24-36 saat sürmektedir. Erkek bireyler üreme alanından fazla uzaklaşmamaktadır. Üreme alanının civarında erkekler çiftleşmek amacıyla grup halinde uçuş gerçekleştirmektedir. Bu uçuş çiftleşme uçuşu adını almaktadır. Çiftleşme uçuşu tüm sivrisinek türlerinde görülmemektedir. Erkek birey çiftleşeceği dişiye antenin ikinci segmentindeki Johnston organı ile tespit etmektedir. Çiftleşme süresi genellikle 10-15 saniye arasında sürmektedir. Erkek bireyin aktardığı spermier dişilerin spermatekasında depolanmaktadır. Bu nedenle, çoğu tür için yumurtlamadan önce bir kez çiftleşme yeterli olmaktadır. *Ae. albopictus* türünün dişilerinde ise yumurtlamadan önce birden fazla çiftleşme davranışı görülebilmektedir. Erkek bireyler birden fazla çiftleşebilmekte, iki çiftleşme periyodu arasında beslenmekte ve 1-2 gün dinlenmektedir. Erkeklerin yaşam süresi 7-10 gün arasında değişmektedir. Erkek birey yaşam süresi boyunca nektar ile beslenmektedir. Dişilerin yaşam süresi haftalarca ve hatta aylarca olabilmektedir. Dişilerin yumurtlayabilmesi için kan emmesi gerekmektedir. Kan ile beslenen dişi 3-5 gün arasında yumurtlayabilmektedir. Genel olarak *Culex* türleri 100-300, *Anopheles* türleri 100-150, *Aedes* türleri ise tek seferde 30-100 yumurta bırakabilmektedir (Wall ve Shearer, 2001; Foster ve Walker, 2002; Lehane, 2005; Goddard, 2008, Waldock vd., 2013). Bazı türler ise, ilk yumurtlamayı kan emmeden gerçekleştirebilmektedir (Becker vd., 2010).

1.3 Mevsimsel Dinamizm

Yaz ve bahar ayları sivrisineklerin aktif olduğu aylar pozisyonundadır. Sivrisineklerin aylık dinamikleri ve sıcaklık tercihleri tür bazında değişim göstermektedir. *Cx. pipiens* türü yaz aylarında popülasyon düzeyini arttırırken, *An. claviger* türü ilkbahar ve sonbaharda arttırmaktadır (Akbat, 2016; Ipek, 2016; Akbat vd., 2022). *Ae. japonicus* türünün *Ae. albopictus* türüne göre soğuk direnci daha fazla olduğu bilinmektedir. *Ae. albopictus* türü ise *Ae. aegypti* türüne kıyasla daha yüksek soğuk direncine sahiptir. İlgili türlerin aylık dinamikleri ve coğrafik dağılımlarının soğuk dirençleriyle ilgili olduğu belirtilmiştir (Bartlett-Healy vd., 2012; Medlock vd., 2015). 22-26 °C sıcaklık seviyesi ve %60-80 nem düzeyi *Ae. albopictus* erginleri için uygun koşullar olarak bildirilmiştir. Ek olarak, 9-13 °C sıcaklık seviyelerinde de düşük de olsa aktivasyon gösterdiği belirtilmiştir (Medlock vd., 2015). Balkan ülkelerinde *Ae. albopictus* yumurtaları Nisan-Ekim ayları arasında gözlenebilirken, pik noktasına ulaştığı ay ise Temmuz ayı olarak gösterilmiştir (Medlock vd., 2015).

Sivrisinekler aşırı kuraklık, düşük sıcaklık değerleri gibi uygun olmayan koşullarda diyapoza yönelmektedir. *Cx. pipiens* türü kışı ergin fazda nemli ve korunaklı iç mekanlarda geçirmektedir. *Cx. pipiens* dişileri sonbaharın sonunda kan ile beslenseler dahi yumurta gelişimi durmaktadır. Bu beslenme kan yumurta geliştirmekten ziyade, kışı geçirmek için gereken enerjinin temin edilmesi amacıyla kullanılmaktadır. *Ae. rusticus* ve *An. plumbeus* türleri kışı larva fazında geçirirken, *Ae. albopictus* kışı yumurta fazında atlatmaktadır (Becker vd., 2010). Kışlama süreci için bölgesel iklimsel koşullar önem arz etmektedir. *Ae. albopictus* türünün Avrupa'nın bazı kısımlarında iç mekanlarda kışı geçirebileceği ifade edilmiştir (Medlock vd., 2015).

1.4 Konak Arama

Dişi bireyler, nem düzeyinin arttığı ve rüzgarsız koşullarda belirginleşen uçuşlarıyla üreme alanında uzaklaşarak konak aramaktadır. *Cx. pipiens* gibi konak spektrumu geniş ve üreme alanı tercihleri çeşitlilik gösteren türler, genellikle konaklarının yüksek sayıda temsil edildiği alanlarda üremektedir. Bu üreme alanından uzaklaşma mesafeleri ise 300 ile 500 m'yi geçmemektedir (Goddard, 2016; Becker vd., 2010). İstilacı *Aedes* türlerinde de üreme alanından uzaklaşma 500 m'yi geçmemektedir (Higa, 2011). *Ae. albopictus* üreme alanının 200 m ötesine uzaklaşmamaktadır (Estrada-Franco ve Craig, 1995; Medlock vd., 2015). Ancak, üredikleri alanın verimsizleşmesi durumunda, yeni yumurtlama alanı tespit etmek ve yumurtlamak amacıyla 800 m mesafeye kadar uçabilmektedirler (Honório vd., 2003). *Ae. rusticus* ormanlık alanlarda tespit ettiği konağını birkaç yüz metre takip edebilmektedir. *Ae. vexans* uygun hava koşullarında gecede 1 km'ye kadar mesafe katedebilmektedir. Sivrisinek erginlerinin uçuş hızlarının 1 m/sn olduğu ifade edilmiştir. Rüzgar hızı bu değer altında olduğunda, sivrisinekler rüzgara doğru uçuş davranışı sergileyerek, konaklarından esinti ile gelen uyaranları algılamaktadırlar (Merdivenci 1984; Goddard, 2016; Becker vd., 2010).

Culex türleri kan emmek için iç mekanlara yönelebilmektedir. Dinlenmek için kümes, ahır ve nemli iç mekanları kullanabilmektedir. *An. maculipennis* türü de *Culex* türleri gibi ahır, odunluk gibi iç mekanları dinlenmek amacıyla kullanabilmektedir. *Culiseta* ve *Aedes* türlerinde iç mekanlara yönelme eğilimi az olmaktadır ve genellikle doğal ağaçlıklı ve ormanlık alanlarda yaşamaktadırlar (Lehane, 2005; Gould ve Higgs, 2009; Becker vd., 2010). Ancak, *Ae. albopictus* ve *Ae. aegypti* türleri için dinlenmek ve beslenmek için iç mekanlara yönelimin olduğu bildirilmiştir (Delatte vd., 2010; Medlock vd., 2015). Bu iki tür peridomestiktir. Geceyi insan yerleşim alanlarındaki veya civarındaki doğal ağaçlık ve

ormanlık alanlarda geçirmektedirler. Kan emmek için ise belli dönemlerde insanlardan kan emerek ağaçlık alanlara geri dönmektedirler (Lehane, 2005; Gould ve Higgs, 2009; Becker vd., 2010). Bazı *Culex* ve *Anopheles* türlerinin belirli mesafelerdeki konaklar üzerinden beslenebilmeleri ve ardından geri dönebilmeleri amacıyla bir bellek geliştirdikleri gösterilmiştir. Bu belleğin kökeninin genetik olmadığı, öğrenilebilir bir davranış olduğu ifade edilmektedir (Lehane, 2005).

Sivrisineklerin dişileri beslenme zamanına göre gececil (nokturnal), gündüzcül (diurnal) ya da alacakaranlıkta beslenen (krepiskular) olabilmektedirler. *Cx. pipiens* gececil bir tür olarak belirtilmektedir. Kan ile beslenmek amacıyla 18:00 ile 04:00 arasındaki saat dilimini kullanabilmektedir. *Aedes* türleri ise gündüzcül olmaktadır. Saat 06:00 ile 22.00 arasında beslenme davranışı gösterebilmektedirler. Gündüzleri inaktif oldukları zamanlarda ve geceleri ağaçlık alanlarda ve evlerin civarlarında dinlenme davranışı göstermektedirler (Lehane, 2005; Goddard, 2008; Becker vd., 2010; Delatte vd., 2010).

1.5 Konak Tercih

Sivrisinek dişileri beslenmek için insanları (antropofilik), memelileri (mammalofilik) ya da kanatlıları (ornitofilik) tercih edebilmektedir (Foster ve Walker, 2002). *Culex* türlerinin ornitofilik, *Aedes* türlerinin ise mammalofilik olduğu ifade edilmektedir. *Anopheles* türleri ise istisnalar olmakla birlikte çoğunlukla mammalofiliktir (Pfeffer ve Dobler, 2010; Reiter, 2010; Černý vd., 2011). Bazı *Culex* türleri sürüngenler ve iki yaşamlılar üzerinden de beslenebilmektedir (Burkett-Cadena vd., 2008). *Cx. pipiens* çoğunlukla ornitofiliktir, ancak konak yokluğunda memelileri ve kurbağaları dahi kullanabilmektedir (Pfeffer ve Dobler, 2010). Sivrisineklerin konakları hastalıklar için rezervuar görevi görebilmektedir. Örneğin, kuşlar Batı Nil virüsü için önem arz eden bir durumda bulunmaktadır (Lehane, 2005; Pfeffer ve Dobler, 2010; Reiter, 2010). Avrupa için son yüzyılda yerleşim alanlarına yakın olarak konumlanan ahırlarda bolca hayvanın bulunması, *Anopheles* türleri için ev ve insanlara kıyasla daha cezbedici olmaktadır. Bu durumun, insan sıtma vakalarının eradike edilmesinde katkı sağladığı belirtilmiştir (Lehane, 2005; Becker, 2008).

İstilacı *Aedes* türleri insan üzerinden beslenmeye ve peri-domestik yaşama son derece adapte olmuş durumdadır. *Ae. aegypti* yüksek derecede antropofilik olarak belirtilmektedir. Ancak, kanatlılar, sığır, keçi gibi hayvanlar üzerinden de düşük oranda beslenebilmektedir (Sivan vd., 2015). *Ae. albopictus* türü de insanlar üzerinden beslenebilmektedir. Ek olarak, türün

belirgin bir şekilde oportünistik olduğu ve memeliler, iki yaşamlılar ve sürüngenler üzerinden de beslenebildiği belirtilmektedir (Sullivan vd., 1971; Paupy vd., 2009; Medlock vd., 2015). Sivrisinek türlerinin tercih ettiği konak spektrumu konak çeşitliliğine ve bölgenin durumuna göre değişmektedir. *Ae. albopictus* şehirde %100'e ulaşacak oranlarda insan üzerinden beslenirken, kırsalda hayvanları insanlardan daha çok tercih etmektedir (Valerio vd., 2010; Faraji vd., 2014; Medlock vd., 2015; Sivan vd., 2015). *Ae. albopictus* ve *Ae. aegypti* türleri yumurtlama periyodu içerisinde birden çok konaktan beslenebilmektedir. Bu durumun, türlerin vektörlüğü üzerine büyük önem arz ettiği ifade edilmiştir (Delatte vd., 2010; Valerio vd., 2010, Faraji vd., 2014).

Sivrisineklerin konak tercihlerinde, konak tespitindeki uçuş yüksekliği etkili olmaktadır ve sivrisinek yakalama tuzaklarının kurulmasında bu durumun göz ardı edilmemesi gerekliliği ifade edilmektedir. Kuşlar üzerinden beslenen türler, yüksek alanlarda uçuş davranışını sergilerken, diğer türler ise daha alçak alanlarda uçmaktadır. Ornitofilik *Culex* türleri için tuzakların 10 ile 13 m arasına çıkarılmasının uygun olduğu belirtilmiştir (Becker vd., 2010). Ek olarak, mikro ve makroçevre şartlarına göre, türlerde tercih değişiklikleri de rapor edilmiştir (Lundstrom vd., 1996; Darbro ve Harrington, 2006). Ornitofilik *Cx. pipiens* türünün bazı bölgelerde 1.5 m yükseklikte konumlandırılan tuzakları daha çok tercih ettiği gösterilmiştir (Černý vd., 2011). İstilacı *Aedes* türleri ise yere yakın alanları beslenmede tercih etmektedir. Çok nadir de olsa, yer seviyesinin 9 m üstünde de beslenebilmektedirler. Ayrıca, konaklarını 5 m'den algılayabilmekte ve konağı metrelerce takip edebilmektedirler (Estrada-Franco ve Craig 1995; Almeida vd., 2005; Delatte vd., 2010).

Konak tercihinde ve konak üzerinden beslenmede, konak hareketi ve konağın kendini koruma davranışları önem arz etmektedir. Kemiriciler gibi küçük boyutlu hayvanlar hızlı hareket etmektedir. Bu nedenle, dişi sivrisineklerin kemiricilere karşı ilgisi düşük olmaktadır. Bazı *Anopheles* türlerinde, vücut boyutunun büyüklüğünden dolayı, yetişkin insanların çocuklardan daha çok tercih edildiği belirtilmiştir (Lehane, 2005). Diğer yandan, sığırlarda hayvanın vücut büyüklüğünün yanı sıra, genç sığırların yaşlılara göre daha fazla hareket etmesi ve derilerini daha fazla titretmesinden dolayı kan emme noktasında daha az tercih edildiği belirtilmiştir (Prior ve Torr, 2002). Kanatlılarda sivrisineklere karşı savunmada yapılan silkinme hareketleri ve sayısı önem taşımaktadır. Hastalanmış ve hastalıktan dolayı hareketleri zayıflamış hayvanlar sivrisinekler için tercih sebebi olmaktadır. Fareler çok hareketli oldukları için sivrisineklerin beslenme noktasında tercih

ettikleri hayvanlar olmamasına rağmen, hasta ve hareketleri yavaşlamış fareler sivrisinekler için potansiyel konak durumuna gelmektedir (Lehane, 2005).

1.6 Vektörlük

Sivrisinekler virüs, bakteri ve birçok parazitin vektörlüğünü yapmaktadır. Dünya çapında eklembacaklılar kaynaklı (arbovirüs) 500'den fazla virüs saptanmıştır. Sivrisineklerin aracılık ettiği (mobovirüs) viral etkenlerin sayısının 200'den fazla olduğu belirtilmiştir (Lehane, 2005; Lucius ve Loos-Frank, 2008). Ek olarak, mobovirüslerin hastalık oluşturma karakterleri ve genetiği birbirinden farklı olan varyeteleri mevcuttur (Pfeffer ve Dobler, 2010). Arbovirüslerin çoğu RNA taşımaktadır. RNA'nın DNA'ya göre mutasyona yatkınlığı fazla olmaktadır. Ek olarak, RNA gen ekspresyonunun düzenlenebilirliği açısından daha kolay işlemektedir. RNA'daki bu durumun virüslere eklembacaklı-omurgalı geçişlerinde adaptasyonda kolaylık sağladığı bildirilmiştir (Weaver ve Reisen, 2010).

Tıbbi önem arz eden başlıca mobovirüsler şunlardır: Dengue virüsü, Sarıhumma virüsü, Batı Nil virüsü, Zika virüs, Japon ensefalitis virüsü, Chikungunya virüs, Rift Vadisi Humması virüsü, Tahyna virüs, Sindbis virüs, Usutu virüs, Wesselsbron virüs, Getah virüs, Venezulella at ensefalitisi virüsü, Batı at ensefalitisi virüsü, Doğu at ensefalitisi virüsü, Inkoo virüs, İsrail hindi meningoensefalomyelitis virüsü, La Crosse virüsü (Gubler, 2010; Hollidge vd., 2010; Weissenböck vd., 2010). Türkiye'nin farklı bölgelerinde köpek, at, sığır, eşek, koyun, insan ve kuşlarda Batı Nil virüsü saptanmıştır. Ek olarak, son on yılda insanlarda Batı Nil virüsü kaynaklı ölüm vakaları bildirilmiştir. Ayrıca, düşük oranlarda Dengue virüsü ve Sarıhumma virüsü seropozitifliği gösterilmiştir (Ergunay vd., 2011).

Küresel iklim değişikliği ve ısınmanın sivrisineklerin vektöriyel yeteneklerini etkileyeceği ve bazı virüslerin naklinin artacağı ifade edilmektedir (Fischer vd., 2013). Ek olarak, bölgedeki konak popülasyonuna, coğrafik ve iklimsel parametrelere ve virüs genotipine göre vektörlüğün değişiklik göstereceği belirtilmektedir (Amraoui ve Failloux, 2016). Örnek olarak, *Ae. aegypti* Chikungunya virüsü için ana vektör konumundadır. Ancak, Chikungunya virüsünde oluşan bir mutasyon sebebiyle, bu virüs *Ae. albopictus* tarafından daha etkili bir şekilde aktarılabilir (de Lamballerie vd., 2008; Amraoui ve Failloux, 2016). Ek olarak, 2014 yılından itibaren Afrika'da görülen bazı Chikungunya salgınlarında bu mutasyonun etkili olduğu bildirilmiştir (Tsetsarkin ve Weaver, 2011). Son on yıllarda, Avrupa'da *Ae. albopictus* ile ilişkilendirilen Chikungunya vakaları rapor edilmiştir (Rezza

vd., 2007; Gould vd., 2010; Sam vd., 2015). Yine, 2010 yılında Yemen’de 1500 insanda Chikungunya enfeksiyonu bildirilmiştir (Zayed vd., 2012). Dünya genelinde Dengue humması vakası sayısı son 50 yıl içerisinde 30 kat artmıştır. Vaka sayısının sıtmayı geçtiği ve yıllık 100 ile 390 milyon arasında insanın Dengue virüsü ile enfekte olduğu rapor edilmiştir. Yıllık insan ölüm vakalarının yaklaşık 12.500 olduğu bildirilmiştir (WHO, 2013; Conway vd., 2014). Avrupa’da 2010 yılından itibaren Arnavutluk, Almanya, Fransa ve Hırvatistan’da *Ae. albopictus* kaynaklı onlarca Dengue humması vakası gözlenmiştir. Portekiz’de ise 2013’te *Ae. aegypti* kaynaklı yüzlerce vaka rapor edilmiştir (Gjenero-Margan vd., 2011; Schaffner vd., 2013; Rezza, 2014).

Sivrisinekler mobovirüslerin doğadaki süreğenliğini sağlamaktadır. Sivrisinek içerisinde virüsler replike olabilmekte ve yaşamını sürdürebilmektedir. Bazı virüslerde, enfeksiyonun yıldan yıla devam etmesi noktasında transovarian nakil büyük önem arz etmektedir (Hollidge vd, 2010). Laboratuvar koşullarında yürütülen çalışmalarda, Chikungunya virüsü ile enfekte *Ae. albopictus* türünün 6 nesil boyunca, *Ae. aegypti* türünün ise 5 nesil boyunca transovarian nakil gerçekleştirdiği saptanmıştır (Chomposri vd., 2016). Dengue virüsü ile enfekte *Ae. albopictus* türünün en az 3 nesil boyunca (Shroyer, 1990; Rosa vd., 2015), *Ae. aegypti* türünün ise 5 nesil boyunca transovarian nakil gerçekleştirdiği rapor edilmiştir (Rohani vd., 2008). Yine, La Coresse virüsünün *Ae. albopictus* türünde (Tesh and Gubler, 1975), Japon ensefalitis virüsünün *Ae. japonicus* türünde (Kaufman ve Fonseca, 2014), Batı Nil virüsünün ise *Cx. pipiens*, *Ae. albopictus* ve *Ae. aegypti* türlerinde transovarian nakledilebileceği gösterilmiştir (Baqar vd., 1993).

Sıtma ve filariasis sivrisineklerin vektörlüğünü üstlendiği en önemli paraziter hastalıkların başında gelmektedir. Sıtma *Plasmodium* cinsi protozoonlar aracılığıyla oluşan bir hastalık konumundadır. Günümüzde yaklaşık 450 *Plasmodium* türü bulunmaktadır. Sincap, yarasa gibi omurgalılarda tanımlanmış *Plasmodium* türleri de mevcuttur. Kanatlı hayvanlarda sıtmadan *Culiseta*, *Culex* ve *Aedes* türleri sorumludur (Foster ve Walker, 2002). İnsanlarda sıtma vakalarında sorumlu protozoonlar *P. vivax*, *P. falciparum*, *P.malariae* ve *P. ovale* türleridir. Türkiye’de günümüzde sadece *P. vivax* kaynaklı insan sıtma vakaları görülmektedir. *An. sacharovi* ve *An. superpictus* Türkiye’de insan sıtma vakalarından sorumlu ana vektör türler konumundadır. *An. superpictus* türünün *P. falciparum* aktarımında ideal bir tür olduğu belirtilmiştir (Alten vd., 2007).

Güney Amerika ve Afrika'nın tropik bölgelerinde milyonlarca insanda filarial etkenler olan *Wuchereria bancrofti*, *Brugia timori* ve *B. malayi* kaynaklı olgular kaydedilmiştir. Söz konusu etkenlerin vektörlüğünü *Culex*, *Anopheles*, *Mansonia* ve *Aedes* türleri üstlenmektedir (Becker vd., 2010; Goddard, 2008; Medlock vd., 2015). *Dirofilaria immitis* ve *D. repens* köpekgiller ve kedigillerde filariasis gelişime yol açan etkenler durumundadır (Lehane, 2005; Goddard, 2008). Bu iki tür Türkiye'de de görülmektedir ve *Cx. pipiens* ve *Ae. vexans* türleri tarafından taşınmaktadır (Doğanay ve Şahal, 1987; Yildirim vd., 2011).

Asya, Amerika ve Avrupa'da at, kuş, koyun, domuz, kemiriciler, sürüngenler ve kemiriciler gibi omurgalılarda ve insanda tularemiye sebep olan bakteri türü *Francisella tularensis*, *Ae. geniculatus*, *Ae. excrucians*, *Ae. vexans*, *Ae. caspius*, *Ae. flavescens*, *Ae. communis*, *Ae. cinereus*, *Cx. modestus*, *An. maculipennis*, *An. claviger*, *An. hyrcanus* sivrisinek türleri tarafından mekanik olarak nakledilebilmektedir (Lehane, 2005; Petersen vd., 2009; Mahajan vd., 2011). Ayrıca, *Ae. vexans* ve *An. claviger* türlerinin Lyme hastalığı etkeni *Borrelia afzelii* spiroketi için potansiyel vektörler olabileceği ileri sürülmüştür (Halouzka vd., 1998).

1.7 Vektör-Etken İlişkisi

Sivrisinekler bir hastalık etkeninin vektörlüğünü biyolojik ya da mekanik olarak gerçekleştirebilmektedir. Mekanik vektörlük kan emme sırasında sivrisineğin ağız organellerinin kontamine olması ve diğer bir konağa kan emerken bulaştırılması esasına dayanmaktadır (Chamberlain ve Sudia, 1961). Nakli mekanik olarak gerçekleştirilen *F. tularensis* bakterisi suların yüzeyinde mikroorganizmaların oluşturduğu biyofilme entegre olabilmekte ve beslenme esnasında sivrisinek larvalarını enfekte etmektedir. Bakteri larvaların vücudunda yaşamını devam ettirmekte ve larva ergin aşamasına erişip kan ile beslenmeye başladığında konağa aktarılmaktadır (Petersen vd., 2009).

Biyolojik vektörlük mekanik vektörlüğe kıyasla sivrisinek-etken ilişkisi açısından daha karmaşık mekanizmalar ile işlemektedir. Biyolojik vektörlük genetik kontrol altında gerçekleştirildiği için sivrisinek türlerinin taşıdığı etken sayısı ve çeşidi ve farklı etkenleri taşıyan sivrisinek türleri farklılık göstermektedir. Ayrıca, belirli bir etkeni taşıyan sivrisineklerin vektöriyel kapasiteleri de değişiklik göstermektedir. Biyolojik vektörlükte etkene spesifik olarak rol üstlenen gen bölgeleri gösterilmiştir. Genlerdeki farklılıktan dolayı, bir türün farklı ekotipleri değişik vektörlük özellikleri gösterebilmektedir. Bu nedenle, bir bölgede belirli bir etkenin vektörlüğünü gerçekleştiren sivrisinek türü diğer bir

bölgede aynı etkenin vektörlüğünü yapmamaktadır. Bir etkenin taşınımını zayıf bir şekilde gerçekleştiren sivrisinek türüne ait varyantlar çaprazlandığında ortaya çıkan melezlerde vektöriyel yetisi uygun olan bireylere rastlanabilmekte ve bu durumun resesif genlerin eşleşmesiyle oluştuğu bildirilmiştir. Vektör ve etken ilişkisi sivrisinek hücreleri içerisinde gelişen etkenlerde (*Plasmodium* spp.) birbiriyle daha yakın ilişki göstermektedir. Bu tip hastalık etkenleri hücre içine girerken spesifik reseptörler kullanmakta ve bu reseptörler sivrisineğin DNA'sındaki birtakım genler tarafından kontrol edilerek üretilmektedir (Beerntsen vd., 2000).

Biyolojik vektörlükten bahsedebilmemiz için hastalık etkeninin sivrisinek içerisinde üremesi (virüs), bir dizi yapısal değişiklikler geçirmesi (nematod) ya da her iki durumu birden gerçekleştirmesi (protozoon) gerekmektedir. Bu süreçler etken türüne göre sivrisineğin farklı vücut kısımlarında gerçekleşmektedir. Örneğin, fil hastalığına neden olan nematodlar sivrisineğin uçmadan sorumlu kaslarının arasında, protozoon ve virüsler mide epitel hücreleri ya da diğer vücut hücrelerinde gelişmekte ve çoğalmaktadır. Hastalık etkenleri ardından hemosöle geçmekte ve hemolenf vasıtasıyla tükürük bezine ulaşmaktadır. Tükürük bezine etkenin ulaştığı bir sivrisinek potansiyel bir vektör konumundadır. Ardından, hastalık etkeni bir konak üzerinden beslenirken salınan tükürük ile konağa aktarılmaktadır. Bazı etkenler, o etkenin vektörü olmayan sivrisinek türlerinde de tükürük bezine ulaşabilmektedir, ancak gelişimlerini sürdürememektedirler (Lehane, 2005).

Sivrisinek hemolenfinde mikroorganizmalara ve yabancı partiküllere karşı savaşan bağışıklık hücreleri ve molekülleri bulunmaktadır. Yapılan laboratuvar çalışmaları bir fagositin yaklaşık 1500 *Escherichia coli* bakterisini fagosome ettiğini göstermektedir. Sivrisineklerin bağışıklık sisteminde omurgalılarda olduğu gibi antikor oluşturma ve bellek geliştirme görülmemektedir. Bunun yerine, hastalık etkeninin enkapsülasyonu, melanizasyonu ve bazı spesifik peptitlerin oluşturulması gibi mekanizmalar işlev görmektedir. Bağışıklık tepkisinin derecesi ve mekanizması sivrisinek türüne göre değişiklik göstermektedir. Hastalık etkeninin melanizasyonunda sivrisineğin diyetinin büyük önem arz ettiği gösterilmiştir. Sivrisineklerde yaş ilerlemesinin bağışıklık sistemini zayıflattığı ve sivrisineğin vektöriyel yetisini arttırdığı da rapor edilmiştir (Beerntsen vd., 2000; Hillyer vd., 2005; Choumet vd., 2007). Yapılan bir laboratuvar çalışmasında *Cx. quinquefasciatus* türünde 4 farklı tipte hemosit tanımlanmıştır. Bunlar prohemositler, önositoidler, plazmatositler ve granülositler olarak adlandırılmıştır (Wang vd., 2011). Prohemositler, *Cx.*

quinqüefasciatus'taki en küçük hemosit tipi olmakla beraber, tüm gelişim aşamalarında tespit edilebilmektedirler. 5-6 µm çapında küresel bir şekilde ve neredeyse hepsi aynı boyut ve şekle sahiptir. Büyük ve bariz çekirdek tüm hücrenin neredeyse yarısını kaplamaktadır. Prohemositler kök hemositler olarak kabul edilmektedirler. Önositoidlerin sayıları çok düşüktür. Bu tip hemositlerin oranı tüm gelişim aşamalarında yaklaşık %5'tir. Önositoidler prohemositlerden nispeten daha büyüktür ve 10-14 µm çapına sahiptir. Bazı önositoidler sitoplazma içinde belli belirsiz granüller barındırmaktadırlar. Plazmatositler fibroblast benzeri morfolojileri sayesinde kolay teşhis edilebilmektedirler. Bu tip hemosit, tüm gelişim aşamalarında en büyük hemosit oranını teşkil etmektedir. Larva, pupa ve erginlerde, hemositlerin yaklaşık %40-50'sini plazmasitler oluşturmaktadır. Granülositler 8-12 µm çapları ve sitoplazmalarının içinde birçok granül bulundurmalarıyla tanımlanmaktadırlar. Bazı önositoidlerin sitoplazmasında, granülositler gibi belli belirsiz granüller olmasına rağmen, önositoidlerin görünürde büyük bir çekirdeği mevcuttur. Granülositlerin sitoplazması ışık mikroskobu kullanıldığında belirgin bir çekirdek barındırmamaktadır (Wang vd., 2011).

1.8 Antropojenik İklim Değişikliğinin Sivrisinek Biyolojisi ve Sivrisinek Kaynaklı Hastalıklar Üzerine Etkisi

İnsan aktivitelerinin, sanayi devrimi öncesi (1950 öncesi) seviyelerin yaklaşık 1.0 °C üzerinde küresel ısınmaya sebep olduğu tahmin edilmektedir. Büyük ölçüde Antroposen ile ilişkilendirilen antropojenik iklim değişikliğinin özellikle son on yıllarda belirgin bir şekilde kendini gösterdiği ve ekosistemler üzerindeki öneminin ve şiddetinin giderek artacağı öngörülmektedir. Kayıtlar, Dünya üzerindeki ortalama yüzey hava sıcaklığının son on yıllarda sürekli olarak ~0.2°C arttığını ve bu artışın mevcut hızda devam etmesi durumunda küresel ısınmanın 2030 ile 2052 yılları arasında 1.5 °C'ye ulaşmasının muhtemel olduğunu göstermektedir (IPCC, 2018). Bu küresel ısınma trendine ek olarak, yoğunlaşan atmosferik dalgalanmalar; sıcak hava dalgaları, aşırı kuraklık ve yağışlar ve soğuk dönemler gibi aşırı hava ve iklim olaylarının sıklığında ve şiddetinde artışa neden olmaktadır (Sun vd., 2014; Christidis vd., 2015; Ma ve Yuan, 2021).

Artan kanıtlara göre, genellikle kısa ve öngörülemeyen başlangıçlarla karakterize edilen bu dalgalı aşırı hava ve iklim olaylarının, bazı ekolojik sistemler ve canlı organizmalar için kademeli ortalama değişikliklerden çok daha yıkıcı olabileceği belirtilmektedir (Vasseur vd., 2014; Williams, 2016; Soroye vd., 2020). Ekolojik sistemler üzerindeki hayati önemi son

zamanlarda daha iyi anlaşılın iklim değişikliği, etkilerinin farklı açılardan değerlendirilmesi ile birlikte, birçok bilim dalının en çok ilgilendiği araştırma konularından biri haline gelmiştir. Bununla birlikte, iklim değişikliği sistemleri çoğunlukla birbirine yakın olaylar zinciri yoluyla etkilemektedir ve bu ardışık özellik nedeniyle, mevcut etkiyi kesin olarak belirlemek veya doğru bir gelecek tahmini yapmak çoğu zaman zor olmaktadır (Munday vd., 2013; Cohen vd., 2018; Harris vd., 2018).

Küçük ektotermik eklembacaklılar olan sivrisinekler ve diğer hastalık vektörleri ve dolayısıyla vektör kaynaklı hastalıklar, herhangi bir ortamın termal varyasyonundan birçok açıdan derinden etkilenmektedir. Yakın zamandaki iklim değişikliğinin derecesinin bile popülasyon dinamiklerinde ve mevsimsellikte değişikliklere, yayılma alanında genişlemeye veya kaymaya ve farklı vektör türlerin yeni bölgeleri istila etmesine neden olduğu iyi bir şekilde belgelenmiştir (Hartley vd., 2012; Hongoh vd., 2012; Iwamura vd., 2020). Ortam sıcaklığındaki belirli bir artış, çoğunlukla böceklerde gelişmeyi hızlandırmaktadır (Clavijo-Baquet vd., 2014; Reinhold vd., 2018) ve vektörlerdeki hastalık etkenlerinin dinamiklerini genellikle olumlu yönde etkileyebilmektedir (Adelman vd., 2013; Carrington vd., 2013). Sonuç olarak, vektör kaynaklı hastalıkların ortaya çıkması ve yeniden ortaya çıkması durumları, son birkaç on yılda artan bir sıklıkta geniş çapta rapor edilmiştir (Kraemer vd., 2019; Robert vd., 2019; Kamiya vd., 2020). Bununla birlikte, iklim değişikliğinin vektörler üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi, diğer pek çok serbest yaşıyan böceklerden genellikle çok daha karmaşıktır, çünkü bunların biyolojisi ve popülasyon fenolojisi doğrudan konakla ilişkili olmaktadır ve iklim değişikliği vektörü, konağı ve vektör-konak etkileşimini çeşitli şekillerde ve derecelerde birbirinden bağımsız olarak etkileyebilmektedir (Parham vd., 2015; Kar ve Gargili Keles, 2021). Özellikle aşırı iklim olaylarının eşlik ettiği tolere edilebilir limitlerin üzerindeki sıcaklık değerleri vektörleri olumsuz etkileyebilmektedir (Carrington vd., 2013; Kiarie-Makara vd., 2015). Tarihte benzeri görülmemiş bir hızla yaşanan antropojenik iklim değişikliğinin, omurgalılara kıyasla farklı çevre koşullarına çoğunlukla daha yüksek uyum sağlama yeteneği olan böcekler için bile evrimsel uyum için gerekli süreyi vermeyebileceği belirtilmektedir (Hoffmann ve Sgrò, 2011; Catullo vd., 2019; Fox vd., 2019; Harvey vd., 2020). Ayrıca, insan kaynaklı habitat kaybı, konak fenolojisindeki değişiklikler, yeni alanlara istila ve endemik stabilitenin bozulması gibi iklim değişikliğinin tetiklediği bazı faktörlerin, belirli vektörler ve vektör kaynaklı hastalıklar üzerinde, tek başına ortalama sıcaklıkta öngörülen artıştan çok daha belirleyici olduğu görülmektedir (Kar ve Ergunay, 2021; Carlson vd., 2022). Bu nedenle, günümüzde yaşanan

iklimsel ve çevresel değişikliklerden dolayı, tüm vektörler için (özellikle silvatik döngüsü olanlar) bir popülasyon artışı yaşanacağı anlamı çıkarılmamalıdır (Kar ve Gargili Keles, 2021).

1.9 Saha Temelli Verilerin Elde Edilmesi

Bugüne kadar, sivrisineklerde kurumaya uyum (Kearney vd., 2009; Simard vd., 2009; Fouet vd., 2012), sıcaklık ve nemdeki değişikliklere tepkiler (Yamana vd., 2016), termal uyum (Benedict vd., 1991; Lyons vd., 2012; Gray, 2013; Sivan vd., 2021) ve popülasyonlar arasındaki termal toleranstaki değişiklik gibi iklimle ilgili belirli özellikleri belirlemek için birçok çalışma gerçekleştirilmiştir (Reisen, 1995; Dodson vd., 2012; Vorhees vd., 2013; Ruybal vd., 2016; Chu vd., 2019). Bununla birlikte, sivrisinek termal toleransındaki popülasyon içi fenotipik ve genotipik varyasyon, benzer büyüklükteki sıcaklık gradyanları boyunca yerel termal adaptasyon, seçilimin çevresel duyarlılığı, fenotipik plastisitenin rolü ve termal tolerans özelliklerinin kalıtsallığı gibi belirli termal özellikler hakkında bazı veri boşlukları özellikle vurgulanmıştır (Couper vd., 2021). Sıcaklığın eklembacaklıların yaşam öyküsü özellikleri ve diğer bazı özellikleri üzerindeki etkileri hakkında çok sayıda çalışma yapılmasına rağmen, bunlar ağırlıklı olarak laboratuvar koşullarında ve çoğunlukla laboratuvar kolonileri üzerine sabit sıcaklık rejimleri uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte, çalışmalarda kullanılan sivrisineklerin laboratuvar kolonisi ya da doğal popülasyon olma durumlarının ya da çalışmaların farklı coğrafik bölgelerde yapılmasının böceklerde değişen derecelerde termal tepkiyi önemli ölçüde etkileyeceği iyi bilinmektedir (Bergant ve Trdan, 2006; Delatte vd., 2009; Vorhees vd., 2013; Ciota vd., 2014; Ruybal vd., 2016; Field vd., 2022). Ayrıca, böcekler doğal habitatlarında rutin olarak günlük, aylık veya mevsimlik bazda değişken iklimsel parametrelere maruz kalmaktadır. Çeşitli biyolojik ve popülasyon özellikleri (Williams, 2016; Dillon ve Lozier, 2019) ve vektör yetkinliği (Lambrechts vd., 2011; Murdock vd., 2017; McGregor vd., 2021) bu değişken durumun etkisi altında uzmanlaşmıştır. Bu nedenle, bu tür parametrelerde daha güvenilir veriler elde etmek için, ilgili çalışmaların doğrudan böceklerin doğal ortamlarında veya doğal ortamlarının gerçekçi simülasyonunda yapılmasının çok daha uygun olduğu belirtilmiştir (Alto vd., 2018; Kellermann vd., 2019). İklim değişikliğinin sıcaklık değerlerindeki değişimler ve periyodik termal aşırılıkların artan sıklığı ile karakterize edileceği tahmin edildiğinden, iklim değişikliğinin vektörler de dahil olmak üzere organizmalar üzerindeki etkisini doğru bir şekilde ölçmek için gerçekçi dalgalanan koşullar altında yürütülen çalışmalara duyulan ihtiyaç üzerinde özellikle durulmuştur (Schneider vd., 2011; Paaijmans

vd., 2013; Colinet vd., 2015; Kingsolver ve Woods, 2016; Kingsolver ve Buckley, 2017; McGregor vd., 2021).

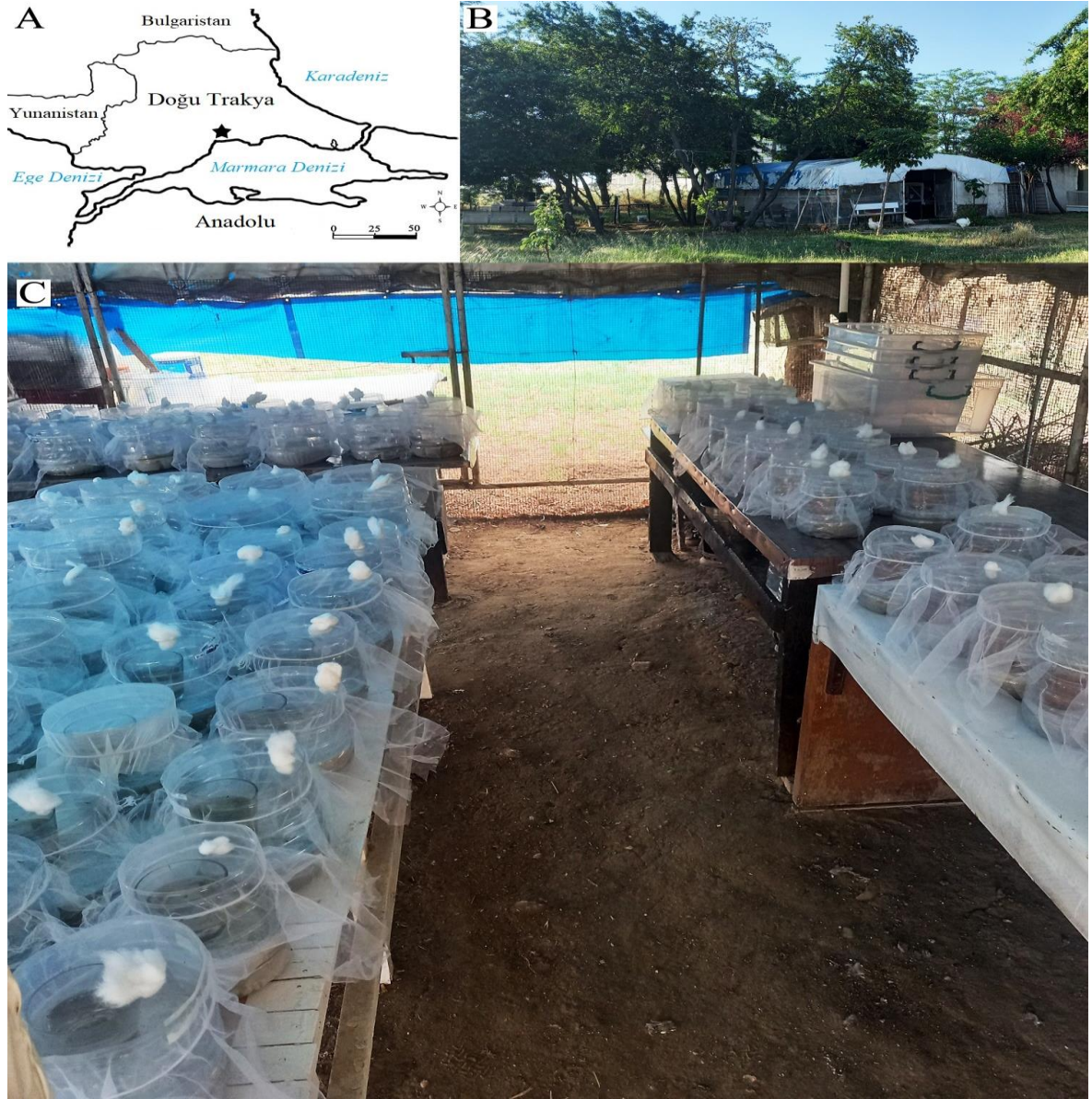
1.10 İklim Değişikliği Araştırmalarında İhmal Edilen Fenomen: Tür İçi Bireysel Çeşitlilik

Canlı organizmaların antropojenik iklim değişikliğine tepkisinin tür ve popülasyon bazında değişebileceği iyi belgelenmiştir (Bergant ve Trdan, 2006; Delatte vd., 2009; Vorhees vd., 2013; Ciota vd., 2014; Ruybal vd., 2016; Field vd., 2022). Ancak, Darwin'den bu yana popülasyonlar ve türler için ekolojik ve evrimsel önemi iyi bilinen tür içindeki bireysel çeşitliliğin ilgili çalışmalarda anlaşılması zor bir şekilde gözden kaçırıldığı özellikle vurgulanmıştır (Bennett, 1987; Forsman ve Wennersten, 2016; Guscelli vd., 2019). Fenotipik ya da genetik olabilen tür içi bireyler arası varyasyon, tür aktivitesi, popülasyon fenolojisi ve komünite yapısı üzerinde çarpıcı bir şekilde etkili olabilmektedir (Vézina vd., 2006; Harmon vd., 2009; Bolnick vd., 2011) ve bu nedenle canlı organizmaların iklim değişikliğine tepkisinde belirleyici olduğu öne sürülmektedir (Schlegel vd., 2012; Mimura vd., 2017). Dolayısıyla, yalnızca ortalama organizma tepkilerine odaklanmak ve bireysel çeşitliliğin ihmal edilmesi, türe özgü derece-gün (degree-days) verilerinin türetilmesi (Kokkin vd., 2012) ve istatistiksel modellerin öngörülebilirliği gibi bazı parametrelerde hatalara neden olabilmektedir (Palkovacs vd., 2012; Guscelli vd., 2019). Tüm bu kritik öneme rağmen, fizyolojik sistemlerdeki bireysel varyasyonların iklim değişikliğine karşı tür tepkilerini belirlemedeki etkisi hakkında çok az şey bilinmektedir (Guscelli vd., 2019). İklim değişikliği veya termal tepki konularında sivrisineklerde ve diğer eklembacaklılarda bireysel varyasyonun, özellikle de kardeşler arası bireysel varyasyonun (interindividual variation within sibling) rolü hakkında hiçbir veri ve çalışma bulunmamaktadır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1 Çalışma Alanı

Çalışma, Doğu Trakya'da Marmara Denizi'nin kıyı bölgesinde, doğal olarak yüksek *Cx. pipiens* popülasyon yoğunluğuna sahip, ormanlık alanlar, tarlalar, seralar ve binalardan oluşan bir peri-kentsel çevrede (40°58'K, 27°30'D, rakım 40 m, denizden yaklaşık uzaklık 800 m) gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.1). Subtropikal kuşakta yer alan bölge, Köppen-Geiger iklim sınıflamasına göre “yazı kurak ve sıcak ılıman iklim tipi (Csa)” etkisi altındadır. Son 80 yılın kayıtlarına göre meteorolojik değerlerin yaklaşık ortalamaları şu şekildedir: Yıllık ortalama sıcaklık değeri 14.1 °C; en soğuk ay ortalama 4.8 °C ile Ocak; en sıcak ay 23.9 °C ile Temmuz ve yıllık toplam yağış miktarı 580.4 mm olmaktadır (TMGM, 2023).



Şekil 2.1: Çalışma alanı (A: coğrafik lokasyon, B: sera sistemi, C: konteynerler)

Sivrisinek larvalarının bakımı, çalışma alanının ağaçlık bir kısmına kurulan serada (5 m x 7 m x 2.5 m) yapılmıştır (Şekil 2.1 B). Herhangi bir ısı yalıtımı, suni ışıklandırma sistemi ve klima bulunmayan sera yabancı hayvanların girişini engellemek amacıyla tel örgü ile kaplanmıştır ve tavanı naylon branda ile kapatılmıştır. Sera içerisine direkt güneş ışığı almayacak şekilde yerleştirilen dataloggerlar (TFA Dostmann Klimalogg Pro 30.3039, Wertheim-Reicholzheim, Germany) ile ortam sıcaklığı kaydedilmiştir ve bir bilgisayar yazılımı (KlimaLogg Pro: TFA Dostmann LLP) kullanılarak veriler saatlik olarak işlenmiştir.

2.2 Çalışma Tasarımı

Çalışma, çalışma alanındaki doğal *Cx. pipiens* popülasyonunun üreme dinamikleri devam ettiği sürece, Mayıs 2021'den Haziran 2022'ye kadar aylık olarak gerçekleştirilmiştir. Lokal sıcaklık rejimi altında, lokal popülasyonun larva gelişiminin izlenmesi özellikle amaçlanmıştır. Bu amaçla seradan yaklaşık 300 m uzaklığa kadar, çalışma alanının farklı yerlerine 14 adet üreme konteyneri yerleştirilmiştir. Lokal popülasyon tarafından üreme konteynerlerine bırakılan yumurta paketleri, yavru balık yemi ile desteklenmiş ve içi ticari içme suyuyla dolu bir inkübasyon kabına alınmıştır. İnkübasyon kapları sera içerisine konularak, yumurtalardan larvaların çıkışına kadar aynı yerde bekletilmiş ve bu larvalar aylık denemelerin kurulmasında kullanılmıştır. Denemeler için gerekli olan larva sayısı, yaz ve bahar aylarında üreme konteynerlerine bırakılan yumurta paketlerinden yeterince elde edilebilmiştir. Doğal sivrisinek popülasyonunun doğada üreme dinamiklerinin ve yumurtlamalarının azaldığı soğuk kış aylarında, kan emmiş sivrisinekler, çalışma alanı civarındaki kümeslerden ağız aspiratörü kullanılarak toplanmış ve bir tel kafes (1.2 m x 1m x 1m) içerisinde serada muhafaza edilmiştir. Bu kafes içine yavru balık yemi ile desteklenmiş, içerisinde 3 litre su barındıran bir üreme konteyneri yerleştirilmiştir. Bu üreme konteynerine sivrisineklerin bıraktığı yumurta paketlerinden çıkan larvalar ile soğuk aylarda deneme gruplarının kurulabilmesi için gereken sayı elde edilmiş ve deneme grupları kurulmuştur. Çalışma boyunca kullanılan sivrisineklerin tür tanımlaması, farklı gelişim evrelerinin morfolojik özelliklerine dayalı olarak seçilen belirli tür tayin anahtarları kullanılarak stereomikroskop altında gerçekleştirilmiştir (Rossi ve Harbach, 2008; Harbach, 2012; Wilkerson vd., 2021).

2.3 Deneme Gruplarının Kurulumu

Çalışma süreci boyunca deneme gruplarında takip edilen larvalar doğrudan güneş ışığına maruz kalmayacak bir şekilde sera içerisine yerleştirilmiş yapay kaplarda muhafaza edilmiştir (Şekil 2.1 C). Larvaların gelişim süreci, 1. instar larva döneminden ergin çıkışına ve/veya son akuatik formun ölümüne kadar günlük olarak izlenmiştir. Çalışma boyunca, aşağıdaki kod adlarıyla (ve kuruluş tarihleriyle) toplam 13 deneme grubu kurulmuştur: Mayıs21 (01 Mayıs 2021), Haziran21 (12 Haziran 2021), Temmuz21 (15 Temmuz 2021), Ağustos21 (11 Ağustos 2021), Eylül21 (07 Eylül 2021), Ekim21 (02 Ekim 2021), Kasım21_1 (05 Kasım 2021), Kasım21_2 (27 Kasım 2021), Aralık21 (05 Aralık 2021), Ocak22 (06 Ocak 2021), Nisan22 (03 Nisan 2022), Mayıs22 (12 Mayıs 2022) ve Haziran22 (02 Haziran 2022). Doğal sivrisinek popülasyonundaki üreme dinamikleri devam ettiği sürece her ay için bir deneme kurulması hedeflenmiştir. Ancak kış başlangıcında ve ilkbaharda hüküm süren önemli ölçüde değişken termal koşulların etkisini daha ayrıntılı olarak gözlemleyebilmek için, bu dönemlerde, aynı ay içerisinde (Kasım21_1 ve Kasım21_2) veya birbirini izleyen yıllardaki aynı aylarda (Mayıs21, Mayıs22, Haziran21 ve Haziran22) deneme tekrarları kurulmuştur.

Her aylık denemede, altı farklı yumurta paketinden aynı gün çıkan 1. instar larvaların tümü, çıkış gününde (0. gün) tek bir havuzda toplanmıştır. Bu havuzdan rastgele seçimle seçilen 288 adet larva 36 adet cam bardağa, her bardakta 8 larva olacak şekilde aktarılmıştır. Her bir bardağın alt çapı 6 cm, üst çapı 8 cm ve derinliği 8 cm olmakta, içlerinde yüzeyi 7 cm, derinliği 5.5 cm olan 150 mL ticari içme suyu bulunmaktadır. Her bir bardak çıkan erginlerin kaçmasını engellemek için 20 cm yüksekliğinde ve 20 cm çapında plastik muhafaza kaplarına tek tek yerleştirilmiştir. Muhafaza kaplarının üst açıklığı tül ile kapatılmıştır ve ortasında ağız aspiratörü ile çıkan ergin sivrisineklerin toplanması için kullanılmak üzere pamuk tıkaçlı bir delik bulunmaktadır. Çalışma boyunca günlük kontrollerde buharlaşma ile kaybedilen su miktarları tamamlanmıştır ve larvalar ilgili literatürde belirtildiği gibi yavru balık yemi ile beslenmiştir (Kauffman vd., 2017). Larva kalabalığı ve besin noksanlığı oluşturmamak için yemleme uygulamalarına ve cam bardaklardaki yetiştirme suyunun miktar, derinlik ve yüzey alanının belirlenmesine büyük bir titizlik gösterilmiştir.

Cam bardaklarda yürütülen denemelere ek olarak, aynı anne ve babadan gelen tek bir yumurta paketinden çıkan kardeş larvaların gelişim sürecini gözlemlemek için çalışmanın farklı dönemlerinde aşağıdaki kod adlarıyla (ve kuruluş tarihleriyle) toplam 12 adet plastik

yetiştirme kabı kurulmuştur: HAZİRAN2021-A (16 Haziran 2021), HAZİRAN2021-B (23 Haziran 2021), HAZİRAN2021-C (27 Haziran 2021), TEMMUZ2021-A (19 Temmuz 2021), AĞUSTOS2021-A (10 Ağustos 2021), AĞUSTOS 2021-B (15 Ağustos 2021), EYLÜL2021-A (09 Eylül 2021), EKİM2021-A (04 Ekim 2021), EKİM2021-B (20 Ekim 2021), EKİM2021-C (24 Ekim 2021), MAYIS2022-A (28 Mayıs 2022) ve HAZİRAN2022-A (01 Haziran 2022). Her deneme grubunda aynı yumurta paketinden çıkan 1. instar larvalar çıkış gününde (0. gün) sayılarak, 16 cm yüksekliğinde ve 15 cm çapında ve içinde su bulunan plastik yetiştirme kabına aktarılmıştır. Plastik yetiştirme kaplarına konulan larva sayısına göre, derinlik 6-10 cm ve su miktarı 1-2 litre olacak şekilde ayarlanmıştır ve kapların üst açıklığı tül ile kapatılmıştır. Aynı anne ve babadan gelen tek bir yumurta paketinden çıkan kardeş larvaların gelişim sürecinin takip edildiği plastik yetiştirme kaplarında cam bardaklarda olduğu gibi kesintisiz günlük bir takip gerçekleştirilmemiştir. Burada, erginlerin çıkımından itibaren günlük takip söz konusudur. Aslında, plastik yetiştirme kaplarındaki bu takip sadece daha önceki yıllarda yapılan yayınlanmamış ön denemelerde görülen tür içi bireysel varyete konusunda bir noktada akla gelebilecek bir sorunun cevaplanması amacıyla gerçekleştirilmiştir ve başka bir amaç taşımamaktadır. Bu noktada, cam bardaklarda erkek ve dişi gelişim süresinde aylık deneme gruplarında görülmesi beklenen tür içi bireyler arası varyete 6 farklı anne ve babadan gelen 6 farklı yumurta paketinden elde edilen larvalardan kaynaklanacaktır. Plastik yetiştirme kaplarında ise tek bir anne ve babadan gelen tek bir yumurta paketinden çıkan larvalar kullanılarak, tür içi bireyler arası varyetenin ebeveyn farklılığından kaynaklanıp kaynaklanmadığı test edilecektir. Ek olarak, tek bir anne ve tek bir babadan gelen tek bir yumurta paketinden çıkan kardeş larvalarda erkek ve dişi gelişim sürecinde görülmesi öngörülen kardeşler arası bireysel varyete, cam bardaklarda görülmesi öngörülen bireyler arası varyeteden çok daha güçlü ve test edilmeye değer bir durum konumundadır.

2.4 Larvaların Takibi

Cam bardaklardaki larvaların günlük takipleri ve günlük ilişkin kayıtlar saat 17:00-18:00 arasında gerçekleştirilmiştir. Birbiri ardına gelen günler için saat 18:00'dan 18:00'a kadar 24 saatlik periyotta alınan larvalar ve sıcaklıkla ilgili tüm kayıtlar tek günlük veri olarak belirlenmiştir. Bu periyotlarda analizlerde kullanılacak saatlik kayıtların ortalaması alınarak günlük ortalama sıcaklık değerleri hesaplanmıştır. Larvalar büyük olasılıkla belirli bir günün önceki gecesi (günlük minimum) veya öğlen (günlük maksimum) sıcaklık değerlerine maruz kalmaktadır ve bu değerler büyük olasılıkla aynı gün akşam 18:00'dan önce

karşılaşılabilecek sıcaklığa bağlı gelişim sürecinde yer almaktadır. Bu gerekçelerden dolayı, günlük kontrol zamanı günlük minimum ve maksimum sıcaklık değerlerini içeren akşam saat 18:00 olarak belirlenmiştir.

Cam bardaklardaki larvaların günlük kontrolleri sırasında canlı larvalar, ölü larvalar, canlı pupalar, ölü pupalar ve ortaya çıkan erkek ve dişiler kaydedilmiştir. Soğuk aylarda larvaların dış uyaranlara tepkisi yavaşladığından ve özellikle son dönem larvaların su dibinde uzun süre hareketsiz bekleme davranışı gösterebilmesinden dolayı, larvaların ölüp ölmediğinin belirlenmesine özel bir önem gösterilmiştir. Ergin sivrisineklerde kanat uzunluğu vücut boyutunun bir indikatörü olarak belirlenmiştir. Her deneme sonunda ortaya çıkan tüm erginler bir havuzda toplanmıştır. Bu havuzdan rastgele 30 erkek ve 30 dişi seçilmiştir ve kanadın anal lobundan uç kenarına kadar (saçak pulları hariç) olan uzunluğu ölçülmüştür (Nasci, 1986; Schneider vd., 2011).

Bu çalışmada, ortaya çıkan erginlerin gelişim süresi, hayatta kalma oranı ve kanat uzunluğu, gelişim sırasında yaşanan günlük ortam sıcaklığı değerlerinin (günlük maksimum, minimum, ortalama sıcaklıklar ve günlük sıcaklık aralığı (DTR)) etkisini ölçmek için indikatörler olarak alınmıştır. Her bir larva, erkek ve dişi için gelişim süreleri bireysel bazda belirlenmiştir ve ilgili dönem için günlük sıcaklık değerleri hesaplanmıştır. Ancak, günlük olarak var olan pupa sayısı kaydedilmesine rağmen, tek tek pupa süresini net bir şekilde tespit etmek olanaksız olmaktadır. (Örneğin, içerisinde 8 adet larva bulunan bir cam bardakta bugün yapılan deney kontrolünde 4 pupa var olduğunu, yarınki kontrolde ise bir pupadan ergin çıktığını ve bir larvanın da pupalaşarak yine toplam 4 pupa var olduğunu varsayarsak, çıkan erginin hangi pupaya ait olduğu net olarak saptanamamaktadır. Ek olarak, erkek ve dişileri oluşturacak pupaların pupa aşamasında bekleme sürelerinin de birbirinden farklı olması net bir çıkarımı daha da zorlaştırmaktadır). Bu yaklaşımla, yaşanan aynı sıcaklık rejimine tepki olarak olasılıkla görülebilecek bireysel varyetenin ortaya çıkarılması, ayrıca her bir bireyin kendine özgü etkisinin ortalamalara ve ilgili analizlere doğrudan yansıtılması amaçlanmıştır.

2.5 İstatistiksel Analiz

Verilerin parametrik olup olmadığı Anderson-Darling (normalite için) ve Levene (varyansların homojenliği için) testleri uygulanarak belirlenmiştir. Larva, erkek ve dişi gelişim süresi ile termal değişkenler [günlük minimum, maksimum, ortalama sıcaklıklar ve

günlük sıcaklık aralığı (DTR)] arasındaki doğrusal ilişkiler için Pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır.

Araştırma kapsamında kaydedilen yaşam evrelerinin gelişim sürelerine ilişkin veriler, gelişim süresinin sınırlı potansiyeli modelinin geliştirilmesi amacıyla kullanılmıştır. Modeli oluşturmak için çoklu regresyon analizi uygulanmıştır. Gelişim süresi skoru bağımlı değişken olarak girilmiştir ve ortam sıcaklığı kayıtları bağımsız değişken olarak kullanılmıştır. İlk olarak, daha fazla analiz yapılmadan önce çok değişkenli normallik (multivariate normality), uç değerlerden arınmışlık (freedom from extreme values), aykırı değerler (outliers) ve çoklu doğrusallık (multi-collinearity) gibi çeşitli varsayım testleri yapılmıştır. Bağımsızlık varsayımı, değişkenler arasındaki ikili korelasyonlar hesaplanarak karşılanmıştır. Çalışmanın veri seti analiz edilmiştir ve ortalama sıcaklık değerleri ve günlük sıcaklık aralığı (DTR) için hesaplanan korelasyonların %90'ından fazlası için karşılıklı korelasyonlar genellikle düşük olduğu için çoklu bağlantı tespit edilmemiştir. Ancak, minimum ve maksimum sıcaklık değerleri verilerinin, hesaplanan korelasyonların %90'ından fazlası olması nedeniyle, bu iki değişkenin (ortalama sıcaklık ve DTR) gelişim süresi üzerindeki etkisini ve önemini görmek için çoklu regresyon analizi kullanılmıştır. $P < 0.05$ değeri anlamlı kabul edilmiştir. İstatistiksel analizler, SPSS versiyon 15.0 istatistik programı (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3. SONUÇLAR

Sivrisineklerin aktif üreme sezonu boyunca Mayıs21 (Başlangıç tarihi: 1 Mayıs 2021/Bitiş tarihi: 7 Haziran 2021), Haziran21 (Başlangıç tarihi: 12 Haziran 2021/Bitiş tarihi: 28 Haziran 2021), Temmuz21 (Başlangıç tarihi: 15 Temmuz 2021/Bitiş tarihi: 24 Temmuz 2021), Ağustos21 (Başlangıç tarihi: 11 Ağustos 2021/Bitiş tarihi: 20 Ağustos 2021), Eylül21 (Başlangıç tarihi: 7 Eylül 2021/Bitiş tarihi: 25 Eylül 2021), Ekim21 (Başlangıç tarihi: 2 Ekim 2021/Bitiş tarihi: 30 Ekim 2021), Kasım21_1 (Başlangıç tarihi: 5 Kasım 2021/Bitiş tarihi: 29 Aralık 2021), Kasım21_2 (Başlangıç tarihi: 27 Kasım 2021/Bitiş tarihi: 15 Şubat 2022), Aralık21 (Başlangıç tarihi: 5 Aralık 2021/Bitiş tarihi: 15 Ocak 2022), Ocak22 (Başlangıç tarihi: 6 Ocak 2022/Bitiş tarihi: 24 Ocak 2022), Nisan22 (Başlangıç tarihi: 3 Nisan 2022/Bitiş tarihi: 20 Mayıs 2022), Mayıs22 (Başlangıç tarihi: 12 Mayıs 2022/Bitiş tarihi: 29 Mayıs 2022), Haziran22 (Başlangıç tarihi: 2 Haziran 2022/Bitiş tarihi: 15 Haziran 2022) olmak üzere on üç adet deneme grubu kurulmuştur. Kış başlangıcında ve ilkbaharda hüküm süren önemli ölçüde değişken termal koşulların etkisini daha ayrıntılı olarak gözlemlemek için, bu dönemlerde, aynı ay (Kasım21_1 ve Kasım21_2) veya birbirini izleyen yıllarda (Mayıs21, Mayıs22, Haziran21 ve Haziran22) deneme tekrarları kurulmuştur. Çalışma boyunca kurulan ve günlük olarak takibi gerçekleştirilen ve kayıtları alınan on üç adet deneme grubu toplamda 400 günlük bir periyodu kapsamaktadır. Doğal sivrisinek popülasyonundaki üreme dinamiklerinin devam etmediği ve çalışma alanı civarındaki konteynerlerde yumurta paketlerine rastlanmadığı Şubat ve Mart aylarında ise deneme grubu kurulamamıştır. Ayrıca, Şubat ve Mart aylarında çalışma alanı ve civarındaki iç mekanlarda gerçekleştirilen kontrollerde doymuş dişilere de rastlanmamıştır.

Kurulan tüm deneme gruplarında günlük olarak canlı larva sayısı, ölü larva sayısı, oluşan pupa sayısı, canlı pupa sayısı, ölü pupa sayısı, çıkan dişi sayısı, çıkan erkek sayısı ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri kaydedilmiştir. Her bir deneme grubunda günlük olarak gözlenen gelişim aşamalarının ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerlerinin ayrıntılı dökümü aşağıda verilmiştir (Tablo 3.1-13; Şekil 3.1-13).

Mayıs21 denemesi 1 Mayıs 2021 tarihinde kurulmuş ve 7 Haziran 2021 tarihinde sonlanmıştır. Deneme boyunca totalde 38 günlük bir takip gerçekleştirilmiştir. Deneme periyodu boyunca, ortalama sıcaklık değeri 17.5 °C, minimum sıcaklık ortalaması 11.7 °C, maksimum sıcaklık ortalaması 23.8 °C olarak kaydedilmiştir. Deneme başlangıcında konulan 288 larvanın 245'i (%85.1) pupalaşırken, 43'ü (%14.9) pupalaşamadan larva aşamasında ölmüştür. 245 pupanın 228'i (%93.1) erginleşirken, 17'si (%6.9) erginleşmeden pupa aşamasında ölmüştür. Deneme sonucunda, başlangıçta konulan 288 larvadan 228 ergin çıkışı (%79.2) meydana gelmiştir. Bu 228 erginin 115'i erkek (%50.4), 113 dişi (%49.6) olarak kaydedilmiştir (Tablo 3.1).

Tablo 3.1: Mayıs21 denemesinde günlük olarak gözlenen gelişim aşamaları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri

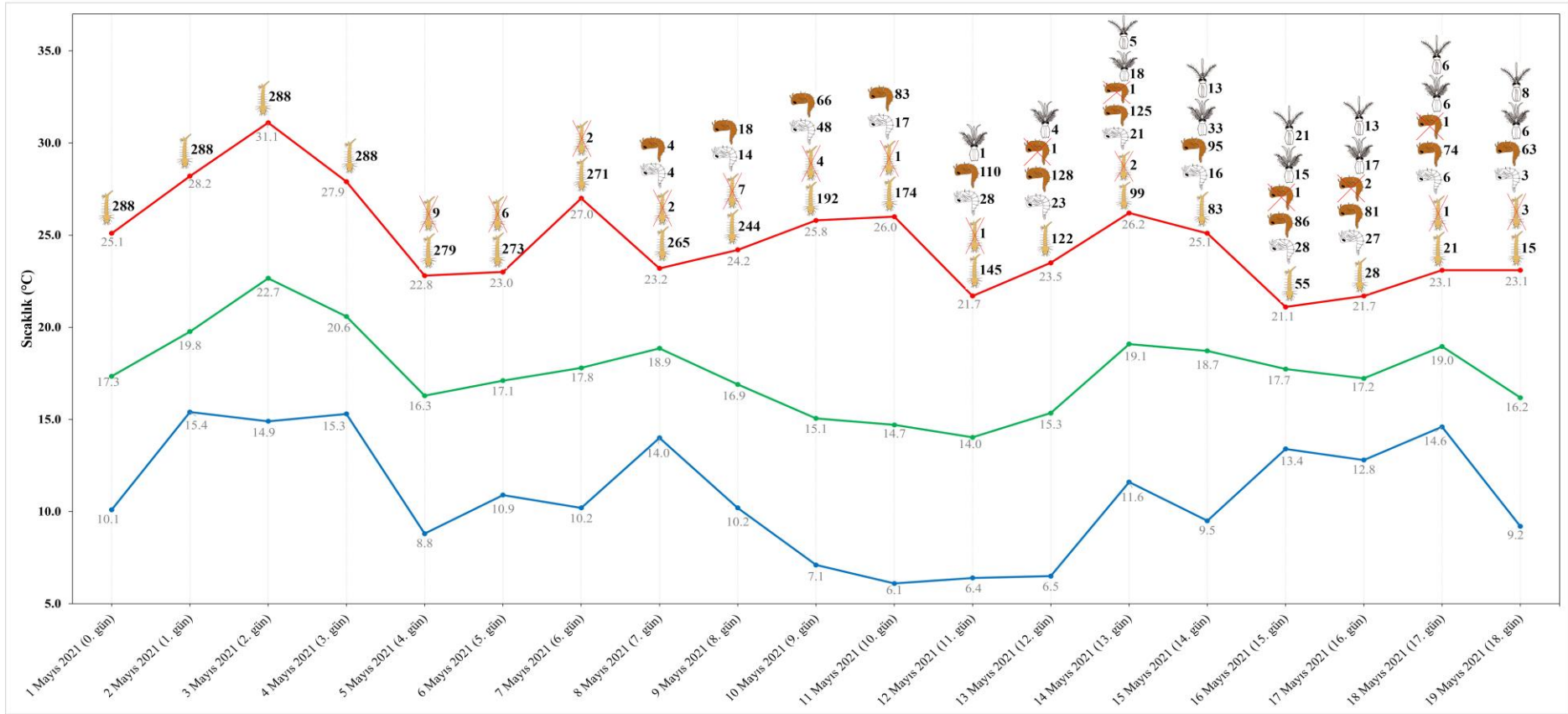
Gün	Tarih	Ortalama sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Günlük sıcaklık farkı	Canlı larva sayısı	Ölü larva sayısı	Oluşan pupa sayısı	Canlı pupa sayısı	Ölü pupa sayısı	Çıkan erkek sayısı	Çıkan dişi sayısı
0. gün	1.05.2021	17.3	10.1	25.1	15.0	288						
1. gün	2.05.2021	19.8	15.4	28.2	12.8	288						
2. gün	3.05.2021	22.7	14.9	31.1	16.2	288						
3. gün	4.05.2021	20.6	15.3	27.9	12.6	288						
4. gün	5.05.2021	16.3	8.8	22.8	14.0	279	9					
5. gün	6.05.2021	17.1	10.9	23.0	12.1	273	6					
6. gün	7.05.2021	17.8	10.2	27.0	16.8	271	2					
7. gün	8.05.2021	18.9	14.0	23.2	9.2	265	2	4	4			
8. gün	9.05.2021	16.9	10.2	24.2	14.0	244	7	14	18			
9. gün	10.05.2021	15.1	7.1	25.8	18.7	192	4	48	66			
10. gün	11.05.2021	14.7	6.1	26.0	19.9	174	1	17	83			
11. gün	12.05.2021	14.0	6.4	21.7	15.3	145	1	28	110		1	
12. gün	13.05.2021	15.3	6.5	23.5	17.0	122		23	128	1	4	
13. gün	14.05.2021	19.1	11.6	26.2	14.6	99	2	21	125	1	18	5

Tablo 3.1 (devam)

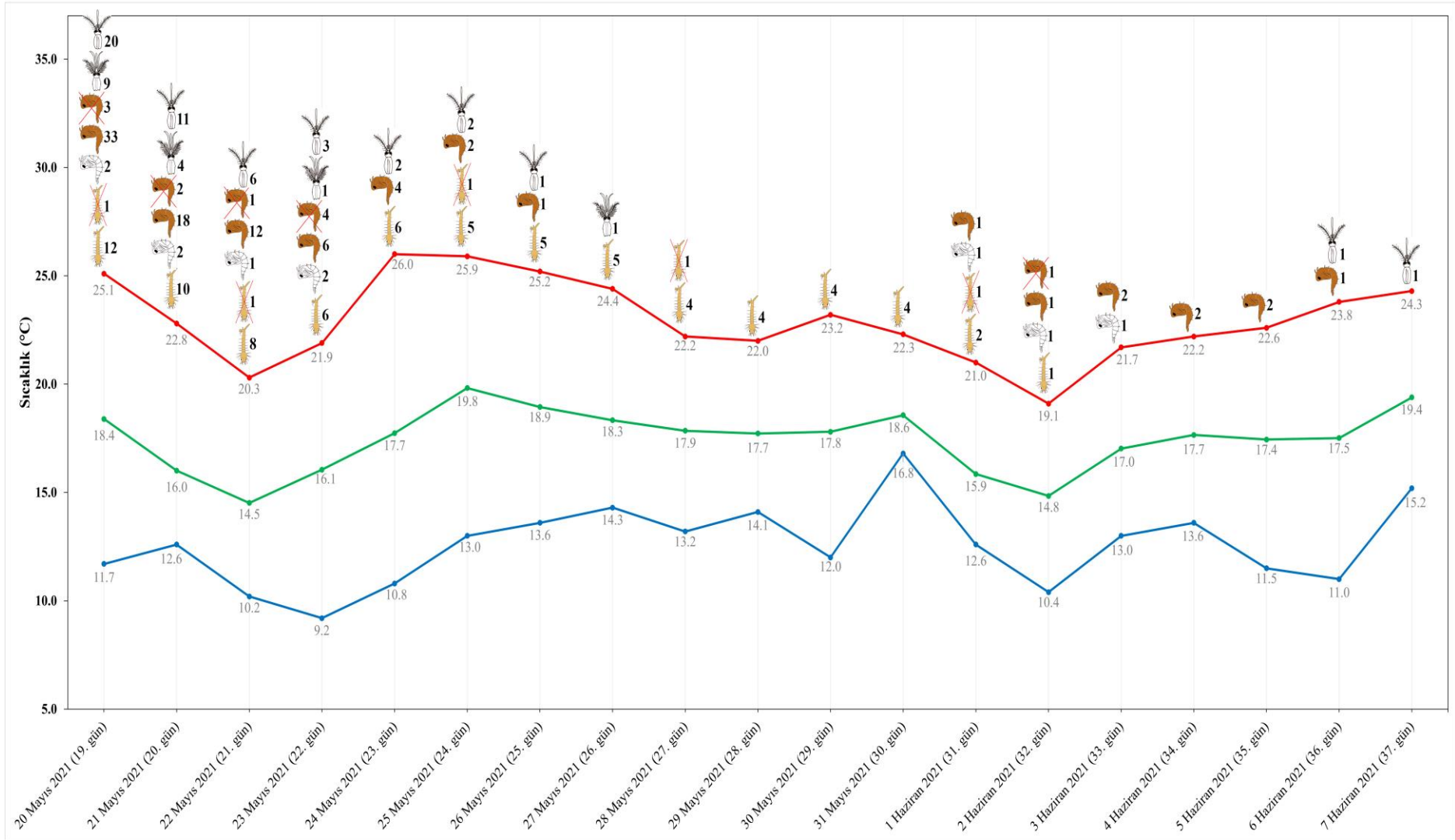
14. gün	15.05.2021	18.7	9.5	25.1	15.6	83		16	95		33	13
15. gün	16.05.2021	17.7	13.4	21.1	7.7	55		28	86	1	15	21
16. gün	17.05.2021	17.2	12.8	21.7	8.9	28		27	81	2	17	13
17. gün	18.05.2021	19.0	14.6	23.1	8.5	21	1	6	74	1	6	6
18. gün	19.05.2021	16.2	9.2	23.1	13.9	15	3	3	63		6	8
19. gün	20.05.2021	18.4	11.7	25.1	13.4	12	1	2	33	3	9	20
20. gün	21.05.2021	16.0	12.6	22.8	10.2	10		2	18	2	4	11
21. gün	22.05.2021	14.5	10.2	20.3	10.1	8	1	1	12	1		6
22. gün	23.05.2021	16.1	9.2	21.9	12.7	6		2	6	4	1	3
23. gün	24.05.2021	17.7	10.8	26.0	15.2	6			4			2
24. gün	25.05.2021	19.8	13.0	25.9	12.9	5	1		2			2
25. gün	26.05.2021	18.9	13.6	25.2	11.6	5			1			1
26. gün	27.05.2021	18.3	14.3	24.4	10.1	5					1	
27. gün	28.05.2021	17.9	13.2	22.2	9.0	4	1					
28. gün	29.05.2021	17.7	14.1	22.0	7.9	4						
29. gün	30.05.2021	17.8	12.0	23.2	11.2	4						
30. gün	31.05.2021	18.6	16.8	22.3	5.5	4						
31. gün	1.06.2021	15.9	12.6	21.0	8.4	2	1	1	1			
32. gün	2.06.2021	14.8	10.4	19.1	8.7	1		1	1	1		
33. gün	3.06.2021	17.0	13.0	21.7	8.7			1	2			
34. gün	4.06.2021	17.7	13.6	22.2	8.6				2			
35. gün	5.06.2021	17.4	11.5	22.6	11.1				2			
36. gün	6.06.2021	17.5	11.0	23.8	12.8				1			1
37. gün	7.06.2021	19.4	15.2	24.3	9.1							1

Mayıs21 denemesinde günlük olarak takip edilen gelişim aşamalarının ve günlük olarak maruz kalınan sıcaklık değerlerinin demonstrasyonu aşağıda verilmiştir (Şekil 3.1).

Günlük sıcaklık değerleri ve gelişim evreleri (🐛 canlı larvalar, 🐛 ölü larvalar, 🐛 günlük oluşan pupalar, 🐛 toplam canlı pupalar, 🐛 ölü pupalar, 🐛 çıkan erkekler, 🐛 çıkan dişiler, —minimum sıcaklık, —ortalama sıcaklık, —maksimum sıcaklık).



Şekil 3.1: Mayıs21 denemesinde gözlenen gelişim aşamaları ve günlük sıcaklık değerleri



Şekil 3.1 (devam)

Haziran21 denemesi 12 Haziran 2021 tarihinde kurulmuş ve 28 Haziran 2021 tarihinde sonlanmıştır. Deneme boyunca totalde 17 günlük bir takip gerçekleştirilmiştir. Deneme periyodu boyunca, ortalama sıcaklık değeri 21.4 °C, minimum sıcaklık ortalaması 17.0 °C, maksimum sıcaklık ortalaması 26.4 °C olarak kaydedilmiştir. Deneme başlangıcında konulan 288 larvanın 229'u (%79.5) pupalaşırken, 59'u (%20.5) pupalaşamadan larva aşamasında ölmüştür. 229 pupanın 225'i (%98.3) erginleşirken, 4'ü (%1.7) erginleşmeden pupa aşamasında ölmüştür. Deneme sonucunda, başlangıçta konulan 288 larvadan 225 ergin çıkışı (%78.1) meydana gelmiştir. Bu 225 erginin 128'i erkek (%56.9), 97'si dişi (%43.1) olarak kaydedilmiştir (Tablo 3.2).

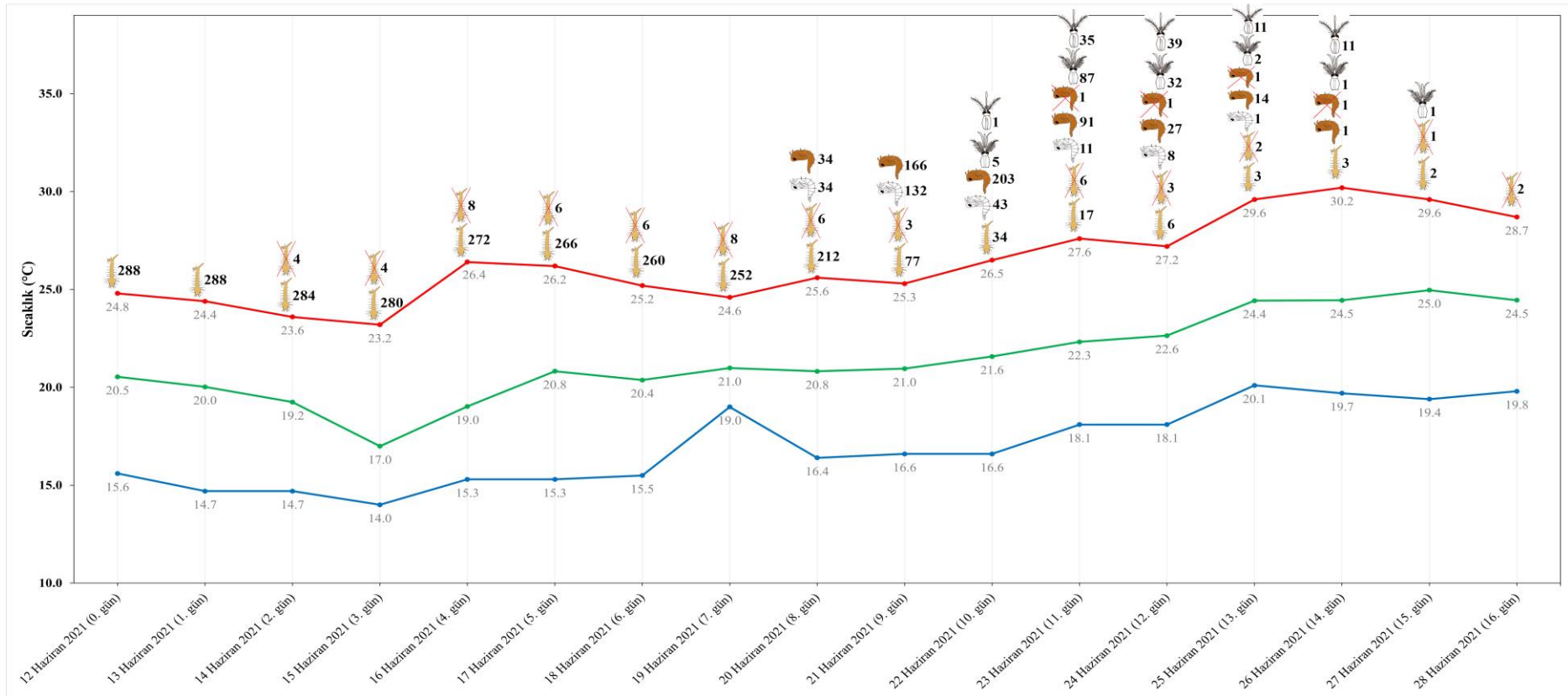
Tablo 3.2: Haziran21 denemesinde günlük olarak gözlenen gelişim aşamaları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri

Gün	Tarih	Ortalama sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Günlük sıcaklık farkı	Canlı larva sayısı	Ölü larva sayısı	Oluşan pupa sayısı	Canlı pupa sayısı	Ölü pupa sayısı	Çıkan erkek sayısı	Çıkan dişi sayısı
0. gün	12.06.2021	20.5	15.6	24.8	9.2	288						
1. gün	13.06.2021	20.0	14.7	24.4	9.7	288						
2. gün	14.06.2021	19.2	14.7	23.6	8.9	284	4					
3. gün	15.06.2021	17.0	14.0	23.2	9.2	280	4					
4. gün	16.06.2021	19.0	15.3	26.4	11.1	272	8					
5. gün	17.06.2021	20.8	15.3	26.2	10.9	266	6					
6. gün	18.06.2021	20.4	15.5	25.2	9.7	260	6					
7. gün	19.06.2021	21.0	19.0	24.6	5.6	252	8					
8. gün	20.06.2021	20.8	16.4	25.6	9.2	212	6	34	34			
9. gün	21.06.2021	21.0	16.6	25.3	8.7	77	3	132	166			
10. gün	22.06.2021	21.6	16.6	26.5	9.9	34		43	203		5	1
11. gün	23.06.2021	22.3	18.1	27.6	9.5	17	6	11	91	1	87	35
12. gün	24.06.2021	22.6	18.1	27.2	9.1	6	3	8	27	1	32	39
13. gün	25.06.2021	24.4	20.1	29.6	9.5	3	2	1	14	1	2	11
14. gün	26.06.2021	24.5	19.7	30.2	10.5	3			1	1	1	11
15. gün	27.06.2021	25.0	19.4	29.6	10.2	2	1				1	

Tablo 3.2 (devam)

16. gün	28.06.2021	24.5	19.8	28.7	8.9		2					
---------	------------	------	------	------	-----	--	---	--	--	--	--	--

Haziran21 denemesinde günlük olarak takip edilen gelişim aşamalarının ve günlük olarak maruz kalınan sıcaklık değerlerinin demonstrasyonu aşağıda verilmiştir (Şekil 3.2).



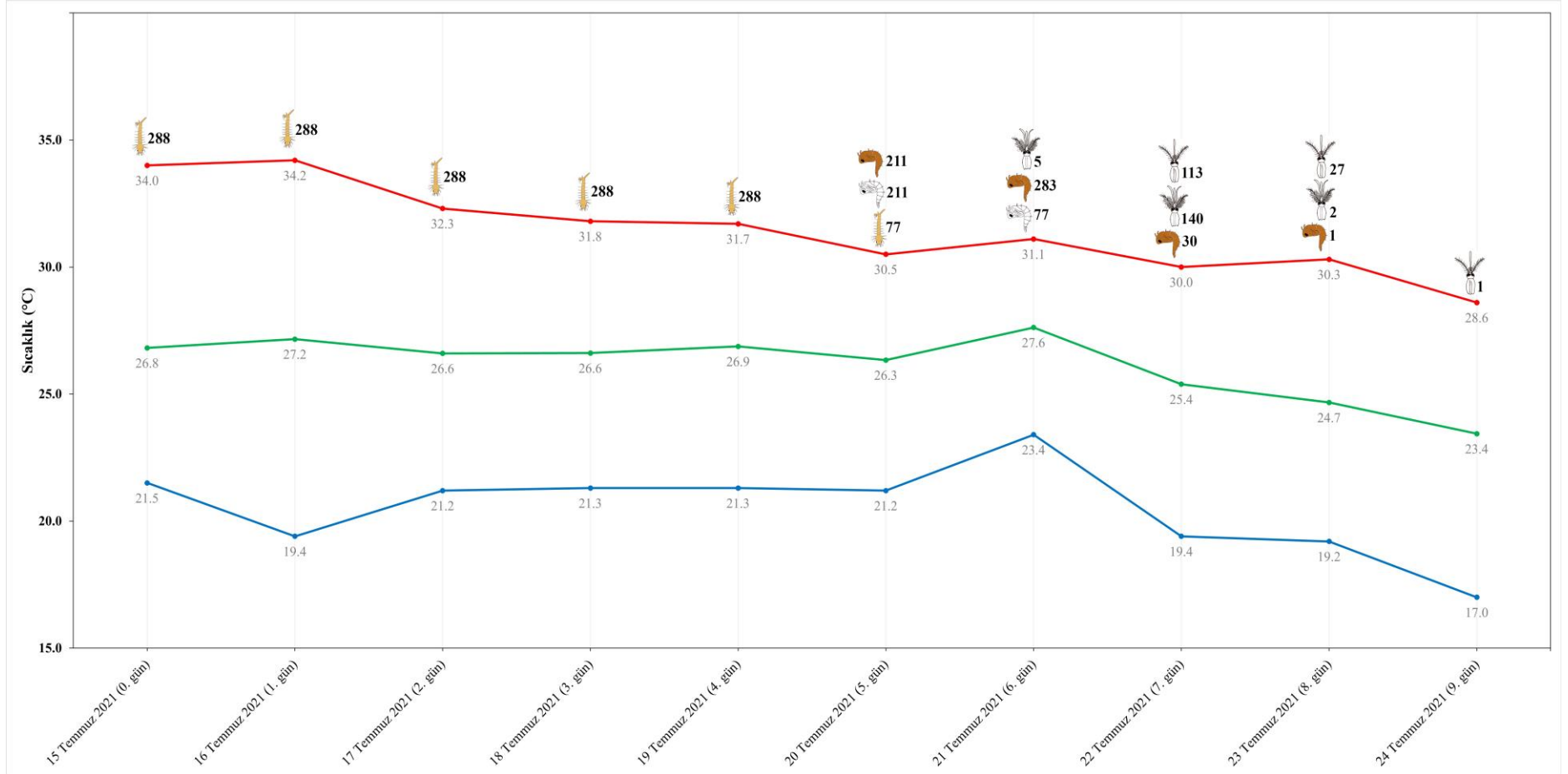
Şekil 3.2: Haziran21 denemesinde gözlenen gelişim aşamaları ve günlük sıcaklık değerleri

Temmuz21 denemesi 15 Temmuz 2021 tarihinde kurulmuş ve 24 Temmuz 2021 tarihinde sonlanmıştır. Deneme boyunca totalde 10 günlük bir takip gerçekleştirilmiştir. Deneme periyodu boyunca, ortalama sıcaklık değeri 26.2 °C, minimum sıcaklık ortalaması 20.5 °C, maksimum sıcaklık ortalaması 31.5 °C olarak kaydedilmiştir. Deneme başlangıcında konulan 288 larvanın 288'i (%100) pupalaşmış ve larva aşamasında ölüm gerçekleşmemiştir. 288 pupanın 288'i (%100) erginleşmiş ve pupa aşamasında ölüm gerçekleşmemiştir. Deneme sonucunda, başlangıçta konulan 288 larvadan 288 ergin çıkışı (%100) meydana gelmiştir. Bu 288 erginin 147'si erkek (%51.0), 141'i dişi (%49.0) olarak kaydedilmiştir (Tablo 3.3).

Tablo 3.3: Temmuz21 denemesinde günlük olarak gözlenen gelişim aşamaları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri

Gün	Tarih	Ortalama sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Günlük sıcaklık farkı	Canlı larva sayısı	Ölü larva sayısı	Oluşan pupa sayısı	Canlı pupa sayısı	Ölü pupa sayısı	Çıkan erkek sayısı	Çıkan dişi sayısı
0. gün	15.07.2021	26.8	21.5	34.0	12.5	288						
1. gün	16.07.2021	27.2	19.4	34.2	14.8	288						
2. gün	17.07.2021	26.6	21.2	32.3	11.1	288						
3. gün	18.07.2021	26.6	21.3	31.8	10.5	288						
4. gün	19.07.2021	26.9	21.3	31.7	10.4	288						
5. gün	20.07.2021	26.3	21.2	30.5	9.3	77		211	211			
6. gün	21.07.2021	27.6	23.4	31.1	7.7			77	283		5	
7. gün	22.07.2021	25.4	19.4	30.0	10.6				30		140	113
8. gün	23.07.2021	24.7	19.2	30.3	11.1				1		2	27
9. gün	24.07.2021	23.4	17.0	28.6	11.6							1

Temmuz21 denemesinde günlük olarak takip edilen gelişim aşamalarının ve günlük olarak maruz kalınan sıcaklık değerlerinin demonstrasyonu aşağıda verilmiştir (Şekil 3.3).



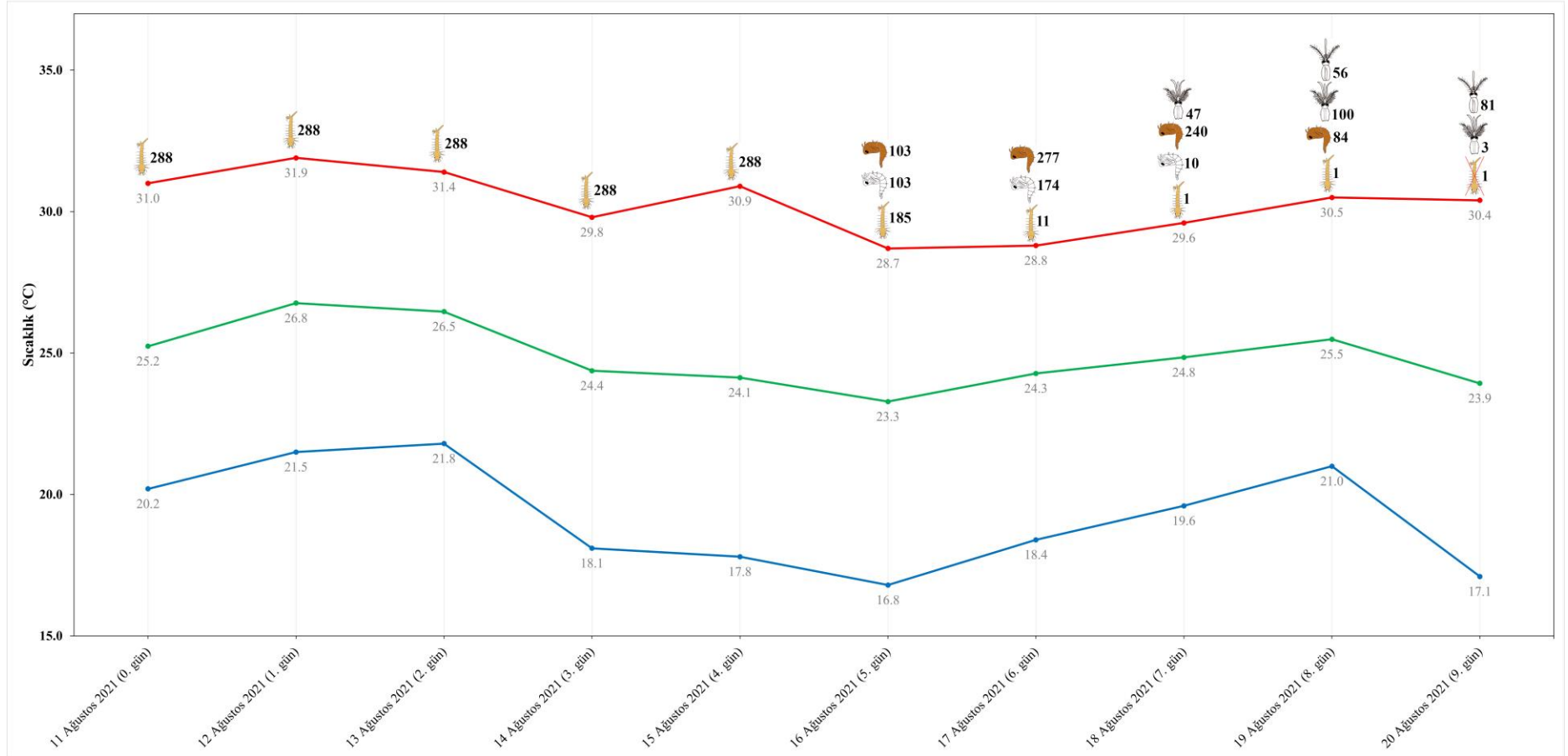
Şekil 3.3: Temmuz21 denemesinde gözlenen gelişim aşamaları ve günlük sıcaklık değerleri

Ağustos21 denemesi 11 Ağustos 2021 tarihinde kurulmuş ve 20 Ağustos 2021 tarihinde sonlanmıştır. Deneme boyunca totalde 10 günlük bir takip gerçekleştirilmiştir. Deneme periyodu boyunca, ortalama sıcaklık değeri 24.9 °C, minimum sıcaklık ortalaması 19.2 °C, maksimum sıcaklık ortalaması 30.3 °C olarak kaydedilmiştir. Deneme başlangıcında konulan 288 larvanın 287'si (%99.7) pupalaşırken, 1'i (%0.3) pupalaşamadan larva aşamasında ölmüştür. 287 pupanın 287'si (%100) erginleşmiş ve pupa aşamasında ölüm gerçekleşmemiştir. Deneme sonucunda, başlangıçta konulan 288 larvadaki 287 ergin çıkışı (%99.7) meydana gelmiştir. Bu 287 erginin 150'i erkek (%52.3), 137'si dişi (%47.7) olarak kaydedilmiştir (Tablo 3.4).

Tablo 3.4: Ağustos21 denemesinde günlük olarak gözlenen gelişim aşamaları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri

Gün	Tarih	Ortalama sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Günlük sıcaklık farkı	Canlı larva sayısı	Ölü larva sayısı	Oluşan pupa sayısı	Canlı pupa sayısı	Ölü pupa sayısı	Çıkan erkek sayısı	Çıkan dişi sayısı
0. gün	11.08.2021	25.2	20.2	31.0	10.8	288						
1. gün	12.08.2021	26.8	21.5	31.9	10.4	288						
2. gün	13.08.2021	26.5	21.8	31.4	9.6	288						
3. gün	14.08.2021	24.4	18.1	29.8	11.7	288						
4. gün	15.08.2021	24.1	17.8	30.9	13.1	288						
5. gün	16.08.2021	23.3	16.8	28.7	11.9	185		103	103			
6. gün	17.08.2021	24.3	18.4	28.8	10.4	11		174	277			
7. gün	18.08.2021	24.8	19.6	29.6	10.0	1		10	240		47	
8. gün	19.08.2021	25.5	21.0	30.5	9.5	1			84		100	56
9. gün	20.08.2021	23.9	17.1	30.4	13.3		1				3	81

Ağustos21 denemesinde günlük olarak takip edilen gelişim aşamalarının ve günlük olarak maruz kalınan sıcaklık değerlerinin demonstrasyonu aşağıda verilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4: Ağustos21 denemesinde gözlenen gelişim aşamaları ve günlük sıcaklık değerleri

Eylül21 denemesi 7 Eylül 2021 tarihinde kurulmuş ve 25 Eylül 2021 tarihinde sonlanmıştır. Deneme boyunca totalde 19 günlük bir takip gerçekleştirilmiştir. Deneme periyodu boyunca, ortalama sıcaklık değeri 20.5 °C, minimum sıcaklık ortalaması 15.9 °C, maksimum sıcaklık ortalaması 25.7 °C olarak kaydedilmiştir. Deneme başlangıcında konulan 288 larvanın 281'i (%97.6) pupalaşırken, 7'si (%2.4) pupalaşamadan larva aşamasında ölmüştür. 281 pupanın 276'sı (%98.2) erginleşirken, 5'i (%1.8) erginleşmeden pupa aşamasında ölmüştür. Deneme sonucunda, başlangıçta konulan 288 larvadan 276 ergin çıkışı (%95.8) meydana gelmiştir. Bu 276 erginin 144'ü erkek (%52.2), 132'si dişi (%47.8) olarak kaydedilmiştir (Tablo 3.5).

Tablo 3.5: Eylül21 denemesinde günlük olarak gözlenen gelişim aşamaları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri

Gün	Tarih	Ortalama sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Günlük sıcaklık farkı	Canlı larva sayısı	Ölü larva sayısı	Oluşan pupa sayısı	Canlı pupa sayısı	Ölü pupa sayısı	Çıkan erkek sayısı	Çıkan dişi sayısı
0. gün	7.09.2021	21.2	15.6	26.1	10.5	288						
1. gün	8.09.2021	21.9	18.9	27.0	8.1	288						
2. gün	9.09.2021	21.3	18.8	24.6	5.8	287	1					
3. gün	10.09.2021	21.2	18.7	24.5	5.8	286	1					
4. gün	11.09.2021	20.1	15.2	25.4	10.2	286						
5. gün	12.09.2021	19.1	13.2	24.7	11.5	284	2					
6. gün	13.09.2021	21.6	16.0	28.6	12.6	283	1					
7. gün	14.09.2021	22.7	17.1	28.9	11.8	228	1	54	54			
8. gün	15.09.2021	22.1	16.8	28.8	12.0	59	1	168	222			
9. gün	16.09.2021	21.8	17.3	25.7	8.4	5		54	275	1		
10. gün	17.09.2021	20.8	15.3	25.5	10.2	3		2	206	2	68	1
11. gün	18.09.2021	21.8	16.3	28.6	12.3	1		2	50		75	83
12. gün	19.09.2021	22.8	17.1	30.1	13.0	1			1	1	1	47
13. gün	20.09.2021	22.7	17.0	27.6	10.6			1	2			
14. gün	21.09.2021	22.6	19.8	25.6	5.8				1	1		
15. gün	22.09.2021	17.9	14.8	21.4	6.6				1			

Ekim21 denemesi 2 Ekim 2021 tarihinde kurulmuş ve 30 Ekim 2021 tarihinde sonlanmıştır. Deneme boyunca totalde 29 günlük bir takip gerçekleştirilmiştir. Deneme periyodu boyunca, ortalama sıcaklık değeri 15.2 °C, minimum sıcaklık ortalaması 12.1 °C, maksimum sıcaklık ortalaması 19.1 °C olarak kaydedilmiştir. Deneme başlangıcında konulan 288 larvanın 285'i (%99.0) pupalaşırken, 3'ü (%1.0) pupalaşamadan larva aşamasında ölmüştür. 285 pupanın 285'i (%100) erginleşmiş ve pupa aşamasında ölüm gerçekleşmemiştir. Deneme sonucunda, başlangıçta konulan 288 larvadan 285 ergin çıkışı (%99.0) meydana gelmiştir. Bu 285 erginin 160'ı erkek (%56.1), 125'i dişi (%43.9) olarak kaydedilmiştir (Tablo 3.6).

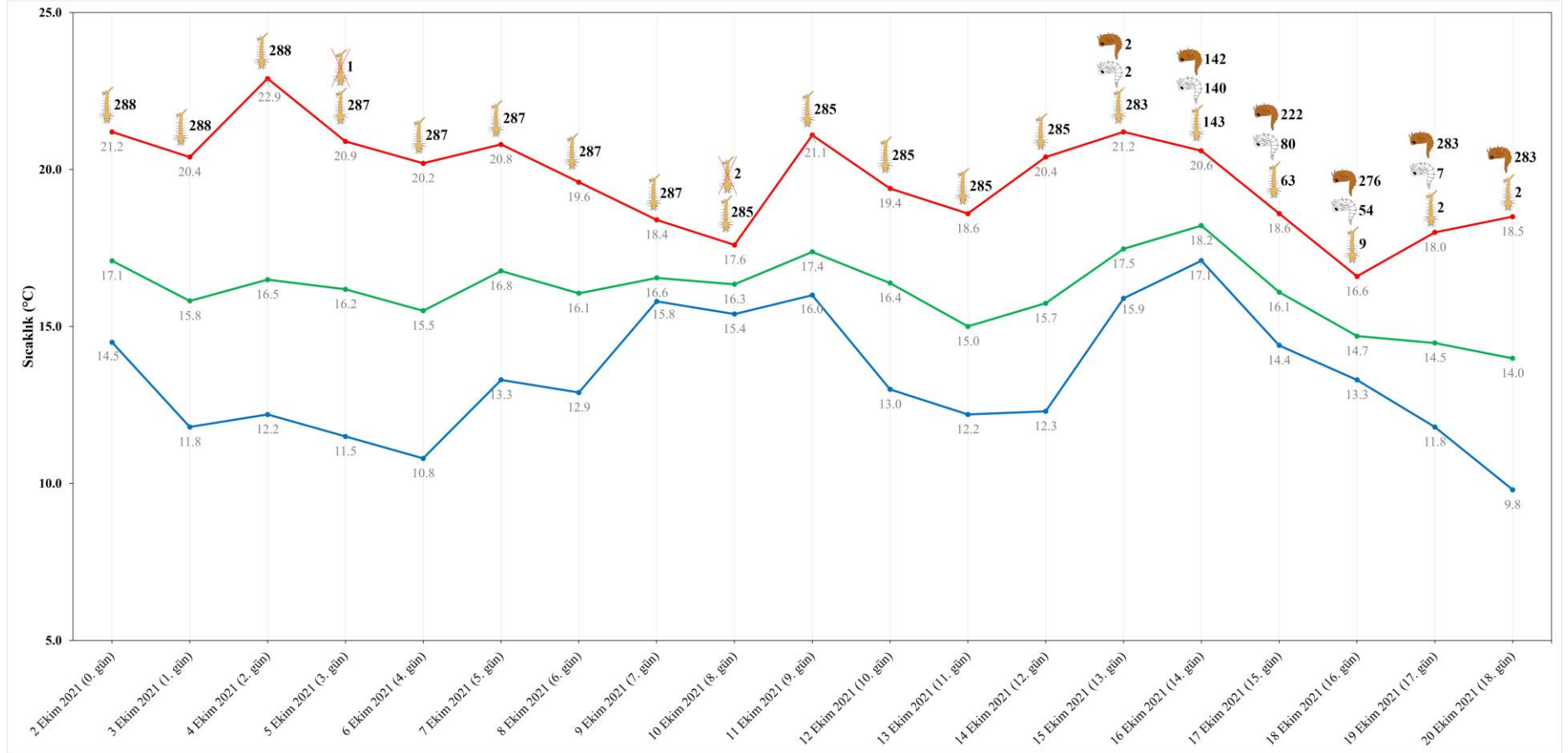
Tablo 3.6: Ekim21 denemesinde günlük olarak gözlenen gelişim aşamaları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri

Gün	Tarih	Ortalama sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Günlük sıcaklık farkı	Canlı larva sayısı	Ölü larva sayısı	Oluşan pupa sayısı	Canlı pupa sayısı	Ölü pupa sayısı	Çıkan erkek sayısı	Çıkan dişi sayısı
0. gün	2.10.2021	17.1	14.5	21.2	6.7	288						
1. gün	3.10.2021	15.8	11.8	20.4	8.6	288						
2. gün	4.10.2021	16.5	12.2	22.9	10.7	288						
3. gün	5.10.2021	16.2	11.5	20.9	9.4	287	1					
4. gün	6.10.2021	15.5	10.8	20.2	9.4	287						
5. gün	7.10.2021	16.8	13.3	20.8	7.5	287						
6. gün	8.10.2021	16.1	12.9	19.6	6.7	287						
7. gün	9.10.2021	16.6	15.8	18.4	2.6	287						
8. gün	10.10.2021	16.3	15.4	17.6	2.2	285	2					
9. gün	11.10.2021	17.4	16.0	21.1	5.1	285						
10. gün	12.10.2021	16.4	13.0	19.4	6.4	285						
11. gün	13.10.2021	15.0	12.2	18.6	6.4	285						
12. gün	14.10.2021	15.7	12.3	20.4	8.1	285						
13. gün	15.10.2021	17.5	15.9	21.2	5.3	283		2	2			
14. gün	16.10.2021	18.2	17.1	20.6	3.5	143		140	142			
15. gün	17.10.2021	16.1	14.4	18.6	4.2	63		80	222			

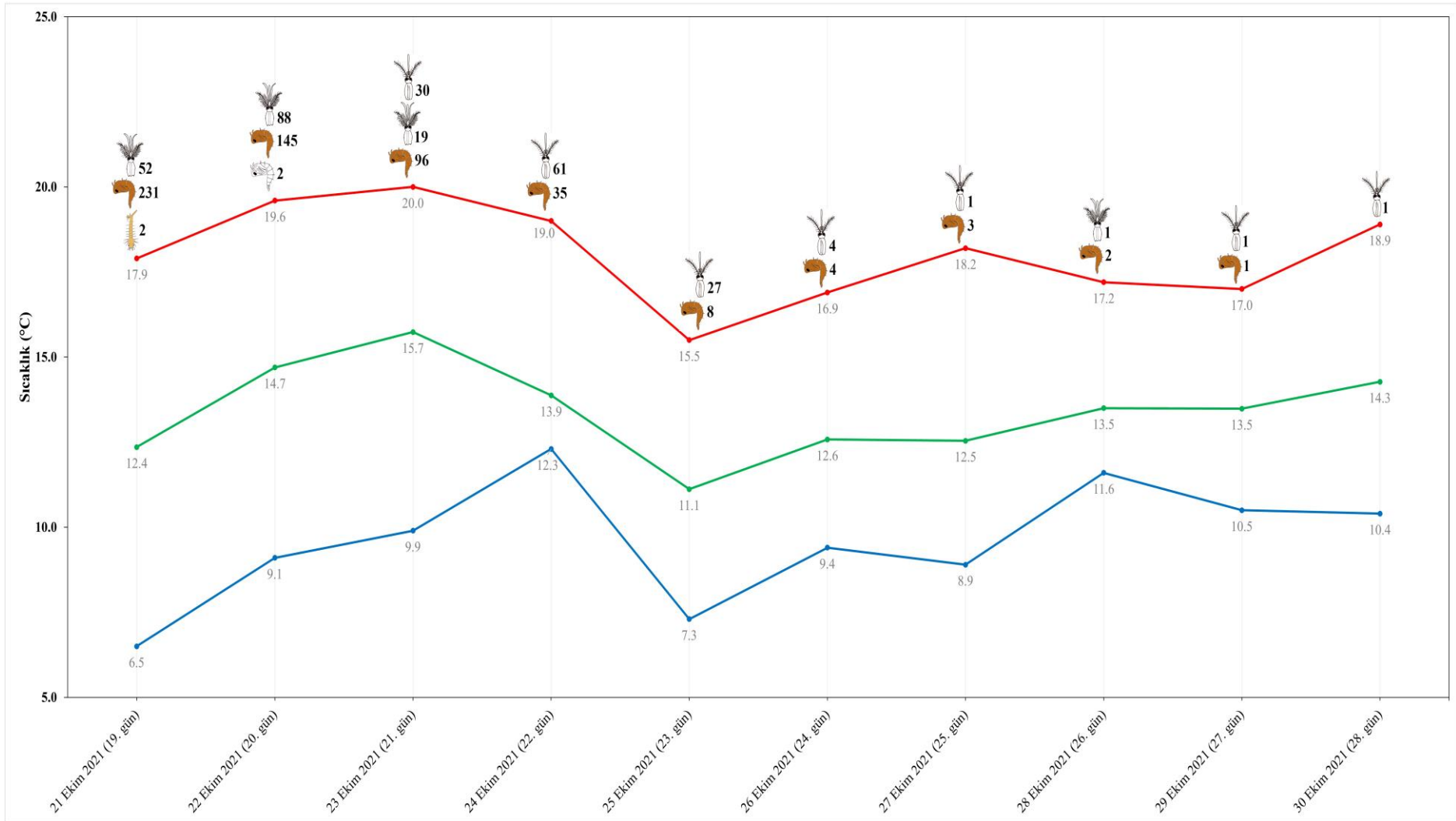
Tablo 3.6 (devam)

16. gün	18.10.2021	14.7	13.3	16.6	3.3	9		54	276			
17. gün	19.10.2021	14.5	11.8	18.0	6.2	2		7	283			
18. gün	20.10.2021	14.0	9.8	18.5	8.7	2			283			
19. gün	21.10.2021	12.4	6.5	17.9	11.4	2			231		52	
20. gün	22.10.2021	14.7	9.1	19.6	10.5			2	145		88	
21. gün	23.10.2021	15.7	9.9	20.0	10.1				96		19	30
22. gün	24.10.2021	13.9	12.3	19.0	6.7				35			61
23. gün	25.10.2021	11.1	7.3	15.5	8.2				8			27
24. gün	26.10.2021	12.6	9.4	16.9	7.5				4			4
25. gün	27.10.2021	12.5	8.9	18.2	9.3				3			1
26. gün	28.10.2021	13.5	11.6	17.2	5.6				2		1	
27. gün	29.10.2021	13.5	10.5	17.0	6.5				1			1
28. gün	30.10.2021	14.3	10.4	18.9	8.5							1

Ekim21 denemesinde günlük olarak takip edilen gelişim aşamalarının ve günlük olarak maruz kalınan sıcaklık değerlerinin demonstrasyonu aşağıda verilmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6: Ekim21 denemesinde gözlenen gelişim aşamaları ve günlük sıcaklık değerleri



Şekil 3.6 (devam)

Kasım21_1 denemesi 5 Kasım 2021 tarihinde kurulmuş ve 29 Aralık 2021 tarihinde sonlanmıştır. Deneme boyunca totalde 55 günlük bir takip gerçekleştirilmiştir. Deneme periyodu boyunca, ortalama sıcaklık değeri 10.7 °C, minimum sıcaklık ortalaması 8.3 °C, maksimum sıcaklık ortalaması 14.0 °C olarak kaydedilmiştir. Deneme başlangıcında konulan 288 larvanın 247'si (%85.8) pupalaşırken, 41'i (%14.2) pupalaşamadan larva aşamasında ölmüştür. 247 pupanın 177'si (%71.7) erginleşirken, 70'i (%28.3) erginleşmeden pupa aşamasında ölmüştür. Deneme sonucunda, başlangıçta konulan 288 larvadan 177 ergin çıkışı (%61.5) meydana gelmiştir. Bu 177 erginin 112'si erkek (%63.3), 65'i dişi (%36.7) olarak kaydedilmiştir (Tablo 3.7).

Tablo 3.7: Kasım21_1 denemesinde günlük olarak gözlenen gelişim aşamaları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri

Gün	Tarih	Ortalama sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Günlük sıcaklık farkı	Canlı larva sayısı	Ölü larva sayısı	Oluşan pupa sayısı	Canlı pupa sayısı	Ölü pupa sayısı	Çıkan erkek sayısı	Çıkan dişi sayısı
0. gün	5.11.2021	14.8	12.0	18.1	6.1	288						
1. gün	6.11.2021	15.4	13.2	18.2	5.0	288						
2. gün	7.11.2021	15.9	15.4	17.1	1.7	288						
3. gün	8.11.2021	15.6	14.6	16.8	2.2	288						
4. gün	9.11.2021	13.9	10.3	17.6	7.3	288						
5. gün	10.11.2021	11.3	7.9	16.2	8.3	278	10					
6. gün	11.11.2021	10.6	8.4	14.7	6.3	277	1					
7. gün	12.11.2021	10.3	6.1	16.4	10.3	277						
8. gün	13.11.2021	10.0	5.3	15.5	10.2	277						
9. gün	14.11.2021	9.2	5.2	14.7	9.5	276	1					
10. gün	15.11.2021	12.7	10.8	16.8	6.0	275	1					
11. gün	16.11.2021	13.3	12.6	14.4	1.8	275						
12. gün	17.11.2021	11.2	10.5	12.8	2.3	275						
13. gün	18.11.2021	10.6	9.6	11.9	2.3	275						
14. gün	19.11.2021	10.2	8.4	12.2	3.8	273	2					
15. gün	20.11.2021	9.4	5.5	15.0	9.5	273						

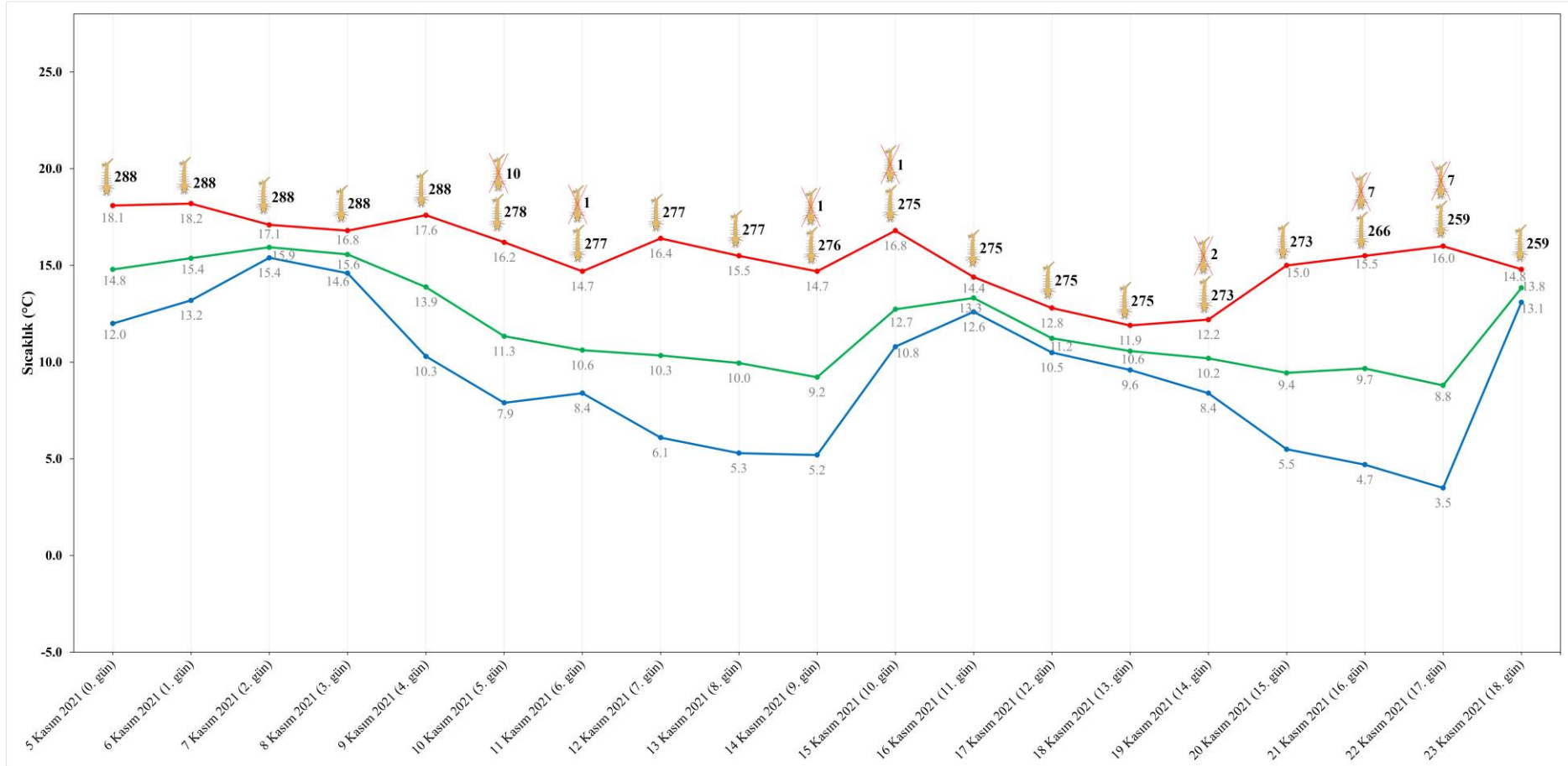
Tablo 3.7 (devam)

16. gün	21.11.2021	9.7	4.7	15.5	10.8	266	7					
17. gün	22.11.2021	8.8	3.5	16.0	12.5	259	7					
18. gün	23.11.2021	13.8	13.1	14.8	1.7	259						
19. gün	24.11.2021	11.4	10.4	13.9	3.5	255	4					
20. gün	25.11.2021	9.3	7.5	12.6	5.1	255						
21. gün	26.11.2021	11.0	9.6	13.6	4.0	254	1					
22. gün	27.11.2021	14.6	13.2	17.0	3.8	254						
23. gün	28.11.2021	15.8	14.0	18.6	4.6	254						
24. gün	29.11.2021	17.0	13.9	20.2	6.3	252	1	1	1			
25. gün	30.11.2021	12.9	7.5	16.3	8.8	228	3	21	22			
26. gün	1.12.2021	6.7	2.1	12.8	10.7	223		5	27			
27. gün	2.12.2021	10.8	6.0	14.8	8.8	196	1	26	53			
28. gün	3.12.2021	14.4	12.8	17.2	4.4	143	2	51	100	4		
29. gün	4.12.2021	14.4	13.1	15.9	2.8	75		68	168			
30. gün	5.12.2021	11.6	10.2	14.7	4.5	48		27	194	1		
31. gün	6.12.2021	12.2	7.9	16.4	8.5	38		10	204			
32. gün	7.12.2021	13.7	12.4	15.2	2.8	24		14	218			
33. gün	8.12.2021	10.5	7.5	12.9	5.4	19		5	222		1	
34. gün	9.12.2021	8.9	4.9	14.7	9.8	13		6	228			
35. gün	10.12.2021	13.7	9.8	16.2	6.4	5		8	195	1	40	
36. gün	11.12.2021	13.0	11.5	15.2	3.7	1		4	158		35	6
37. gün	12.12.2021	14.2	12.3	16.0	3.7			1	119	1	26	13
38. gün	13.12.2021	11.4	10.1	12.6	2.5				79		10	30
39. gün	14.12.2021	8.9	8.2	10.4	2.2				66			13
40. gün	15.12.2021	6.5	5.1	8.7	3.6				63	1		2
41. gün	16.12.2021	4.8	3.7	6.6	2.9				55	7		1
42. gün	17.12.2021	5.0	3.7	6.9	3.2				49	6		
43. gün	18.12.2021	5.4	3.7	7.0	3.3				48	1		
44. gün	19.12.2021	4.9	2.6	8.6	6.0				43	5		

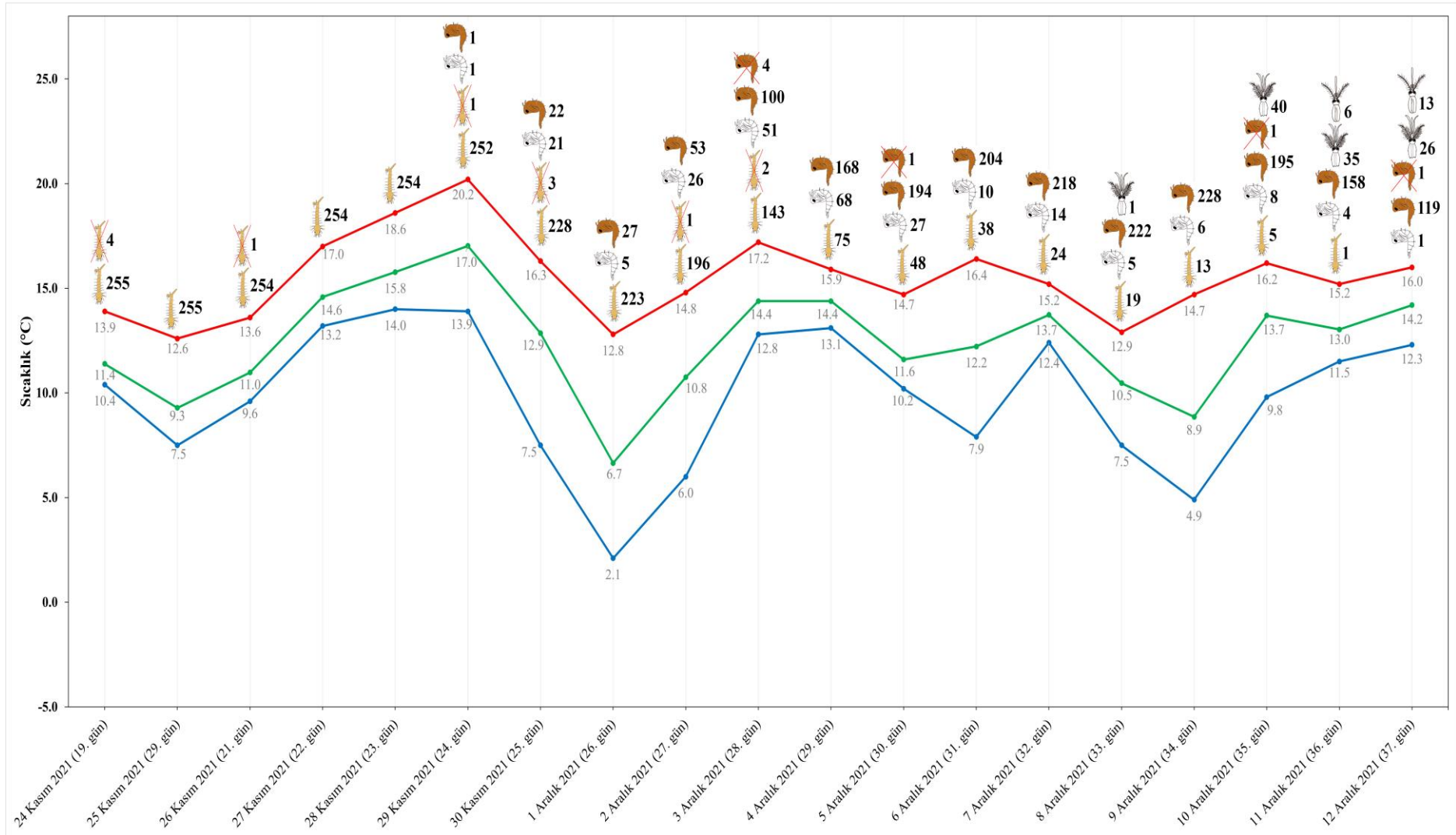
Tablo 3.7 (devam)

45. gün	20.12.2021	3.6	-0.2	10.3	10.5				36	7		
46. gün	21.12.2021	5.2	2.3	8.4	6.1				32	4		
47. gün	22.12.2021	2.9	0.4	6.6	6.2				26	6		
48. gün	23.12.2021	2.4	-0.5	6.3	6.8				21	5		
49. gün	24.12.2021	2.6	-2.7	10.8	13.5				19	2		
50. gün	25.12.2021	9.9	8.1	13.8	5.7				15	4		
51. gün	26.12.2021	12.0	10.2	16.3	6.1				13	2		
52. gün	27.12.2021	13.6	12.3	15.8	3.5				8	5		
53. gün	28.12.2021	13.6	12.5	15.2	2.7				6	2		
54. gün	29.12.2021	12.4	11.4	15.2	3.8					6		

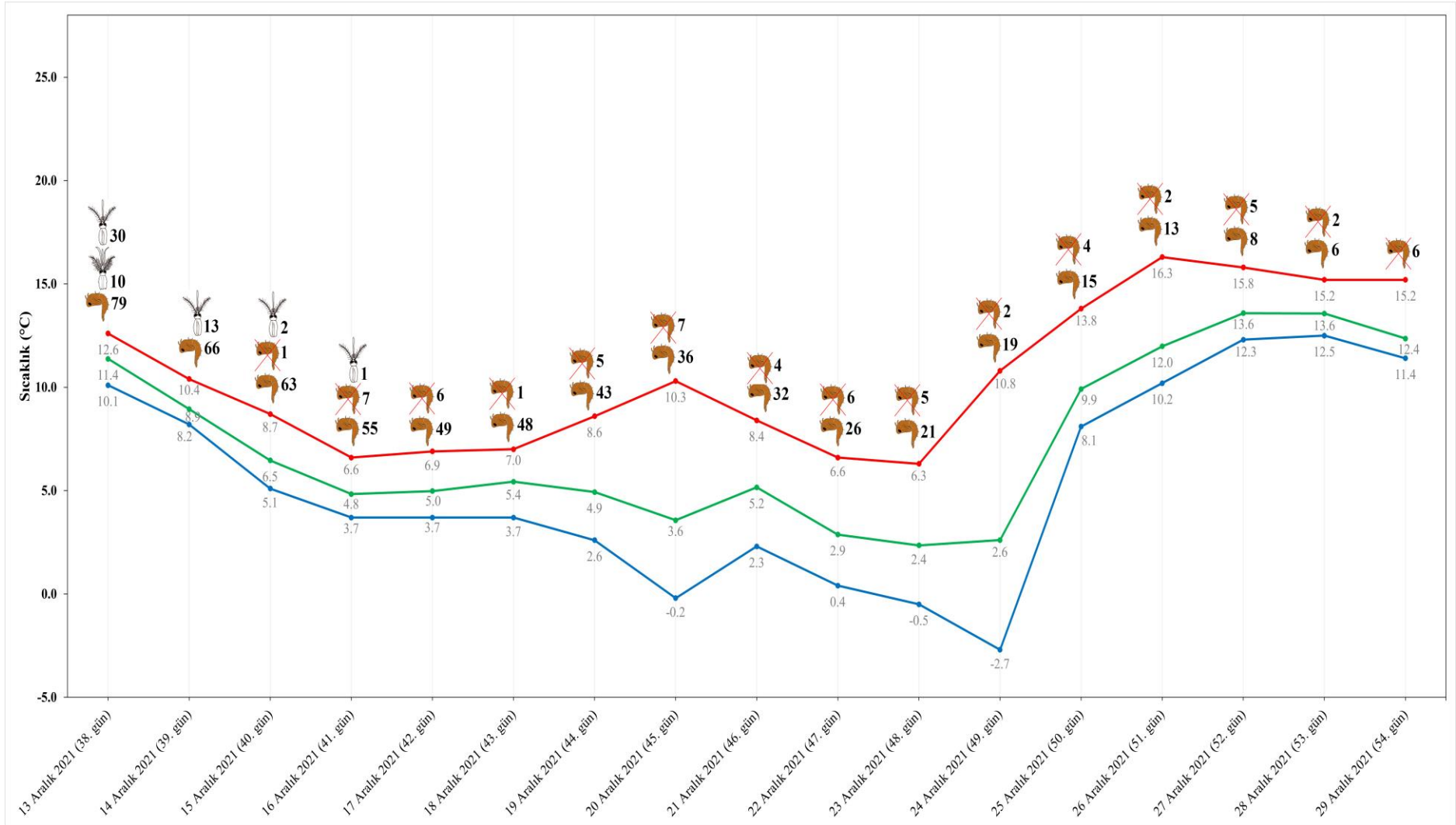
Kasım21_1 denemesinde günlük olarak takip edilen gelişim aşamalarının ve günlük olarak maruz kalınan sıcaklık değerlerinin demonstrasyonu aşağıda verilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7: Kasım21_1 denemesinde gözlenen gelişim aşamaları ve günlük sıcaklık değerleri



Şekil 3.7 (devam)



Şekil 3.7 (devam)

Kasım21_2 denemesi 27 Kasım 2021 tarihinde kurulmuş ve 15 Şubat 2022 tarihinde sonlanmıştır. Deneme boyunca totalde 81 günlük bir takip gerçekleştirilmiştir. Deneme periyodu boyunca, ortalama sıcaklık değeri 7.5 °C, minimum sıcaklık ortalaması 4.6 °C, maksimum sıcaklık ortalaması 11.2 °C olarak kaydedilmiştir. Deneme başlangıcında konulan 288 larvanın 31'i (%10.8) pupalaşırken, 257'si (%89.2) pupalaşamadan larva aşamasında ölmüştür. 31 pupanın hiçbiri erginleşmemiş ve 31'i (%100) erginleşmeden pupa aşamasında ölmüştür. Deneme sonucunda, başlangıçta konulan 288 larva ergin aşamasına ulaşamamıştır (Tablo 3.8).

Tablo 3.8: Kasım21_2 denemesinde günlük olarak gözlenen gelişim aşamaları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri

Gün	Tarih	Ortalama sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Günlük sıcaklık farkı	Canlı larva sayısı	Ölü larva sayısı	Oluşan pupa sayısı	Canlı pupa sayısı	Ölü pupa sayısı	Çıkan erkek sayısı	Çıkan dişi sayısı
0. gün	27.11.2021	14.6	13.2	17.0	3.8	288						
1. gün	28.11.2021	15.8	14.0	18.6	4.6	288						
2. gün	29.11.2021	17.0	13.9	20.2	6.3	288						
3. gün	30.11.2021	12.9	7.5	16.3	8.8	288						
4. gün	1.12.2021	6.7	2.1	12.8	10.7	288						
5. gün	2.12.2021	10.8	6.0	14.8	8.8	288						
6. gün	3.12.2021	14.4	12.8	17.2	4.4	288						
7. gün	4.12.2021	14.4	13.1	15.9	2.8	288						
8. gün	5.12.2021	11.6	10.2	14.7	4.5	288						
9. gün	6.12.2021	12.2	7.9	16.4	8.5	288						
10. gün	7.12.2021	13.7	12.4	15.2	2.8	286	2					
11. gün	8.12.2021	10.5	7.5	12.9	5.4	286						
12. gün	9.12.2021	8.9	4.9	14.7	9.8	286						
13. gün	10.12.2021	13.7	9.8	16.2	6.4	286						
14. gün	11.12.2021	13.0	11.5	15.2	3.7	286						
15. gün	12.12.2021	14.2	12.3	16.0	3.7	285	1					
16. gün	13.12.2021	11.4	10.1	12.6	2.5	285						
17. gün	14.12.2021	8.9	8.2	10.4	2.2	285						

Tablo 3.8 (devam)

18. gün	15.12.2021	6.5	5.1	8.7	3.6	283	2					
19. gün	16.12.2021	4.8	3.7	6.6	2.9	283						
20. gün	17.12.2021	5.0	3.7	6.9	3.2	281	2					
21. gün	18.12.2021	5.4	3.7	7.0	3.3	273	8					
22. gün	19.12.2021	4.9	2.6	8.6	6.0	260	13					
23. gün	20.12.2021	3.6	-0.2	10.3	10.5	246	14					
24. gün	21.12.2021	5.2	2.3	8.4	6.1	239	7					
25. gün	22.12.2021	2.9	0.4	6.6	6.2	236	3					
26. gün	23.12.2021	2.4	-0.5	6.3	6.8	222	14					
27. gün	24.12.2021	2.6	-2.7	10.8	13.5	215	7					
28. gün	25.12.2021	9.9	8.1	13.8	5.7	203	12					
29. gün	26.12.2021	12.0	10.2	16.3	6.1	154	49					
30. gün	27.12.2021	13.6	12.3	15.8	3.5	133	21					
31. gün	28.12.2021	13.6	12.5	15.2	2.7	121	12					
32. gün	29.12.2021	12.4	11.4	15.2	3.8	117	4					
33. gün	30.12.2021	11.3	10.5	11.7	1.2	116	1					
34. gün	31.12.2021	8.9	7.6	10.9	3.3	114	2					
35. gün	1.01.2022	7.1	4.0	10.8	6.8	114						
36. gün	2.01.2022	10.0	7.9	14.2	6.3	111	3					
37. gün	3.01.2022	9.1	5.6	14.1	8.5	111						
38. gün	4.01.2022	11.3	7.2	14.0	6.8	110	1					
39. gün	5.01.2022	9.6	5.2	15.8	10.6	110						
40. gün	6.01.2022	12.0	7.4	17.9	10.5	105	5					
41. gün	7.01.2022	12.0	9.4	16.5	7.1	104	1					
42. gün	8.01.2022	10.2	9.6	11.9	2.3	96	3	5	5			
43. gün	9.01.2022	10.7	9.8	11.8	2.0	86	3	7	12			
44. gün	10.01.2022	9.7	8.5	11.8	3.3	81	1	4	16			
45. gün	11.01.2022	10.2	8.1	11.2	3.1	68		13	29			
46. gün	12.01.2022	3.7	0.8	7.6	6.8	66		2	31			

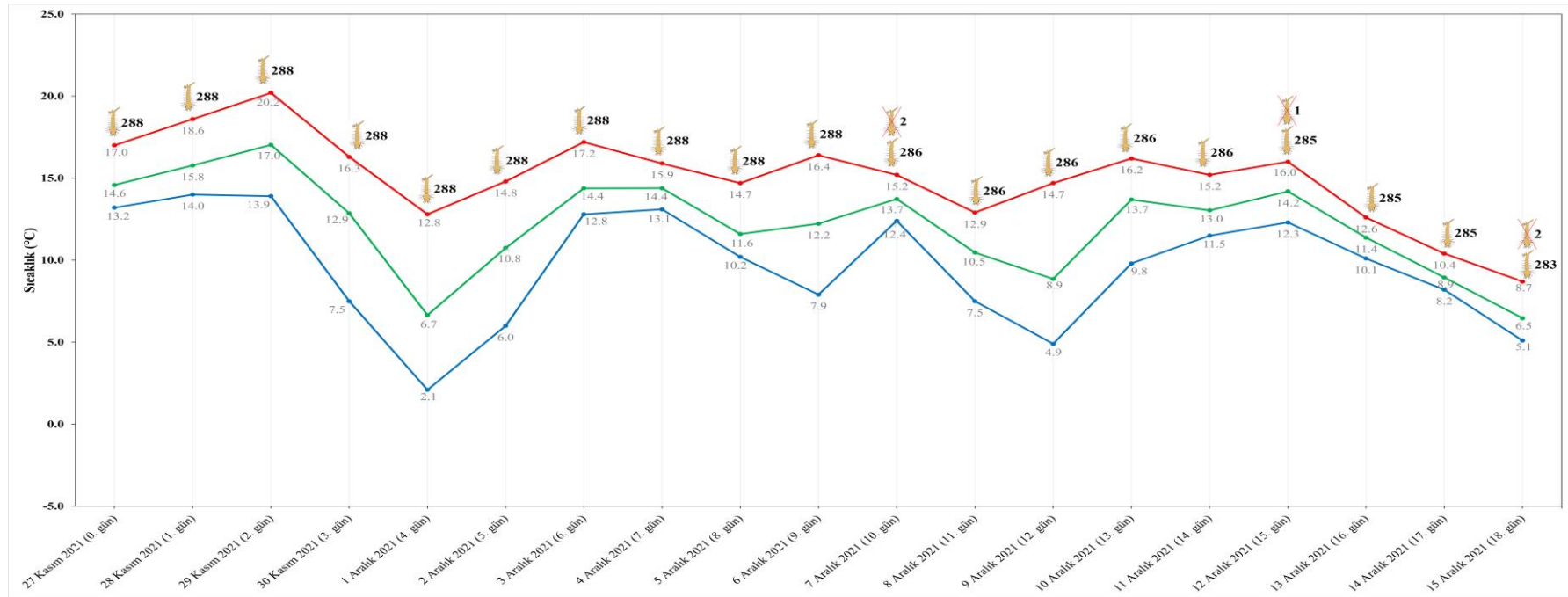
Tablo 3.8 (devam)

47. gün	13.01.2022	-0.4	-1.7	1.7	3.4	54	12		30	1		
48. gün	14.01.2022	0.3	-3.5	5.6	9.1	54			29	1		
49. gün	15.01.2022	3.3	-0.3	8.2	8.5	6	48		25	4		
50. gün	16.01.2022	3.7	0.8	8.5	7.7	4	2		23	2		
51. gün	17.01.2022	3.6	-2.1	11.3	13.4	4			22	1		
52. gün	18.01.2022	7.3	3.6	10.4	6.8	2	2		22			
53. gün	19.01.2022	3.2	-0.1	7.2	7.3	2			22			
54. gün	20.01.2022	3.6	-2.4	10.7	13.1	1	1		22			
55. gün	21.01.2022	8.0	4.4	10.2	5.8	1			21	1		
56. gün	22.01.2022	2.7	0.7	4.3	3.6	1			20	1		
57. gün	23.01.2022	0.6	-1.8	4.0	5.8	1			20			
58. gün	24.01.2022	0.6	-2.0	4.4	6.4	1			19	1		
59. gün	25.01.2022	0.1	-3.4	4.2	7.6	1			16	3		
60. gün	26.01.2022	0.2	-3.5	5.5	9.0	1			16			
61. gün	27.01.2022	3.9	2.0	8.8	6.8	1			16			
62. gün	28.01.2022	2.5	-3.0	8.6	11.6	1			14	2		
63. gün	29.01.2022	6.6	3.7	9.4	5.7	1			12	2		
64. gün	30.01.2022	3.8	-1.8	8.3	10.1	1			12			
65. gün	31.01.2022	7.1	3.0	11.7	8.7		1		11	1		
66. gün	1.02.2022	5.1	0.6	9.5	8.9				11			
67. gün	2.02.2022	7.0	5.2	9.0	3.8				7	4		
68. gün	3.02.2022	4.5	2.6	6.6	4.0				6	1		
69. gün	4.02.2022	5.4	2.4	10.0	7.6				5	1		
70. gün	5.02.2022	3.2	-1.1	8.7	9.8				5			
71. gün	6.02.2022	5.0	0.7	10.8	10.1				5			
72. gün	7.02.2022	5.7	0.2	11.1	10.9				3	2		
73. gün	8.02.2022	7.1	4.1	10.7	6.6				3			
74. gün	9.02.2022	4.9	2.0	9.6	7.6				3			
75. gün	10.02.2022	6.1	2.2	11.7	9.5				3			

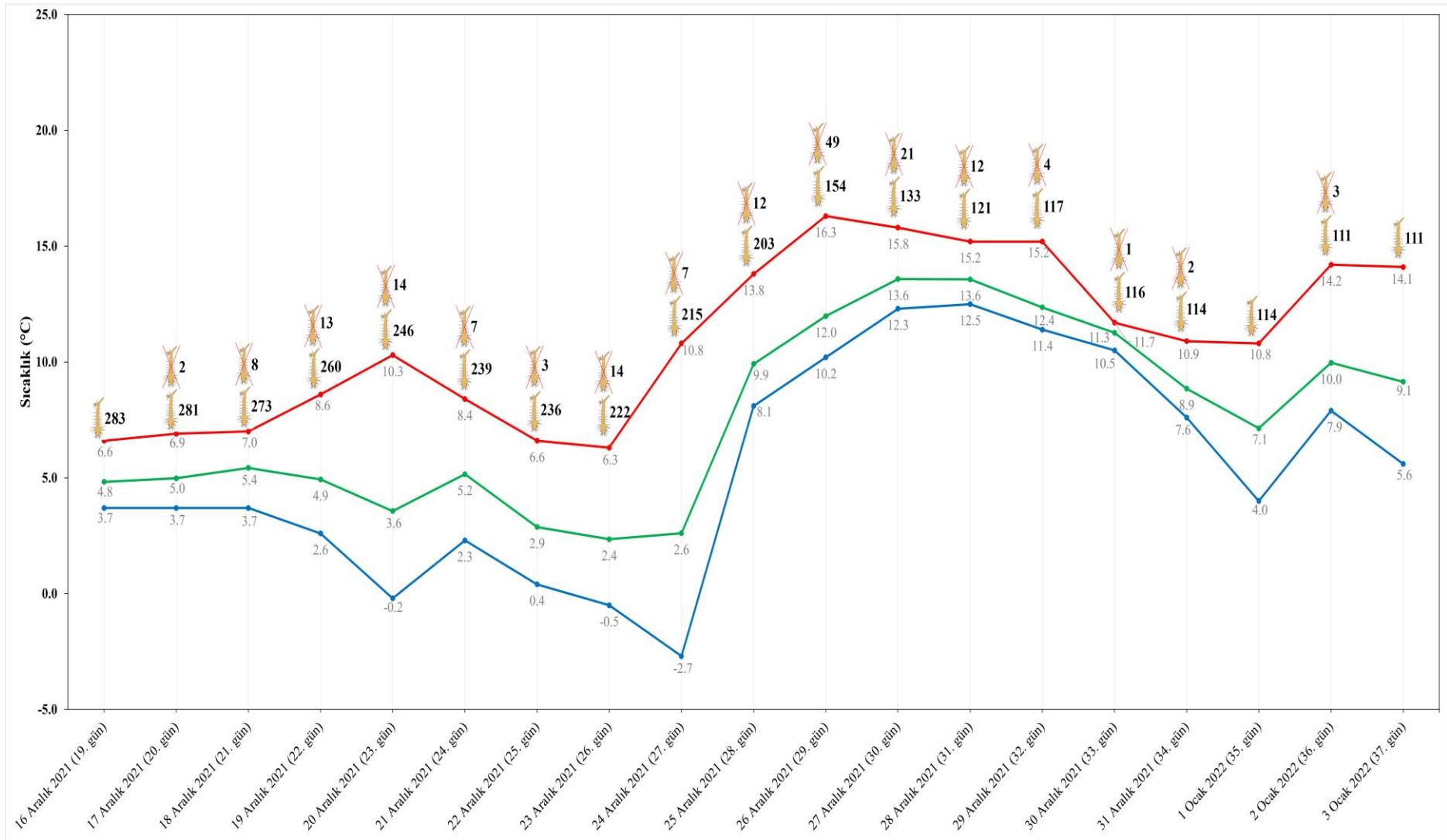
Tablo 3.8 (devam)

76. gün	11.02.2022	4.3	-0.6	9.8	10.4				1	2		
77. gün	12.02.2022	4.9	0.0	12.1	12.1				1			
78. gün	13.02.2022	7.6	6.4	11.1	4.7				1			
79. gün	14.02.2022	6.9	3.9	10.3	6.4				1			
80. gün	15.02.2022	5.6	0.6	10.1	9.5					1		

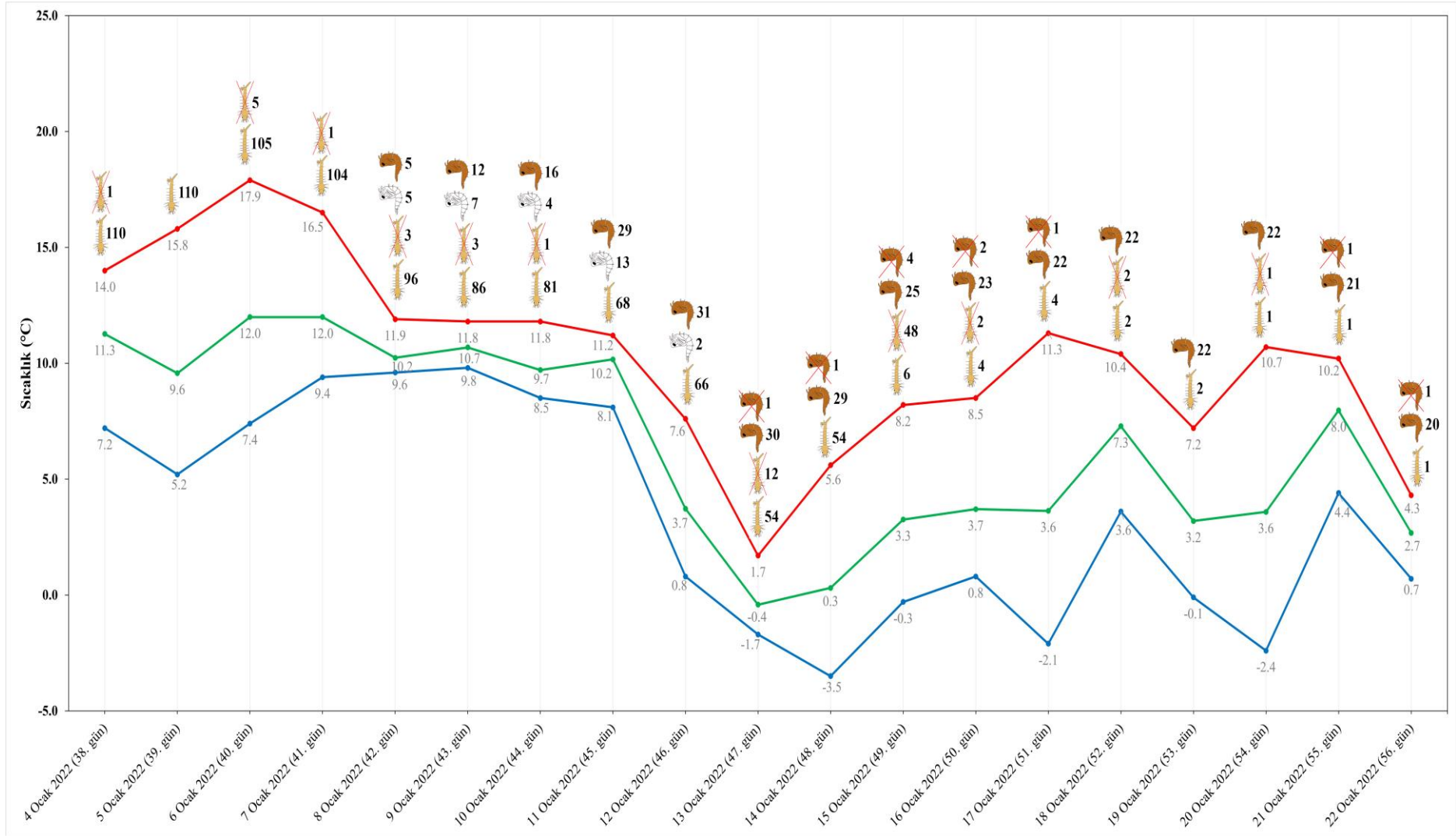
Kasım21_2 denemesinde günlük olarak takip edilen gelişim aşamalarının ve günlük olarak maruz kalınan sıcaklık değerlerinin demonstrasyonu aşağıda verilmiştir (Şekil 3.8).



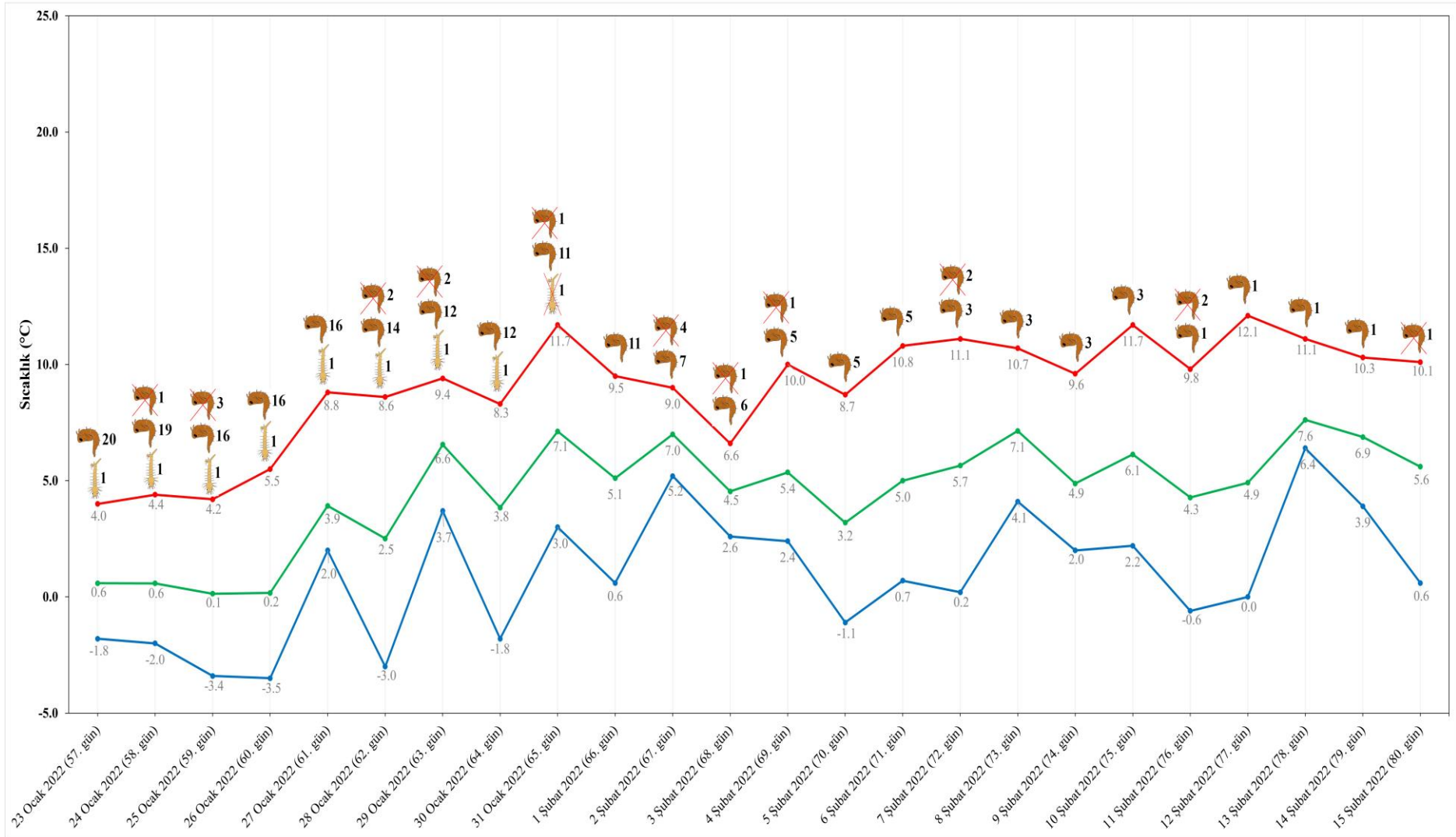
Şekil 3.8: Kasım21_2 denemesinde gözlenen gelişim aşamaları ve günlük sıcaklık değerleri



Şekil 3.8 (devam)



Şekil 3.8 (devam)



Şekil 3.8 (devam)

Aralık21 denemesi 5 Aralık 2021 tarihinde kurulmuş ve 15 Ocak 2022 tarihinde sonlanmıştır. Deneme boyunca totalde 42 günlük bir takip gerçekleştirilmiştir. Deneme periyodu boyunca, ortalama sıcaklık değeri 8.6 °C, minimum sıcaklık ortalaması 6.3 °C, maksimum sıcaklık ortalaması 11.8 °C olarak kaydedilmiştir. Deneme başlangıcında konulan 288 larva pupa ve ergin aşamasına ulaşmadan ölmüştür (Tablo 3.9).

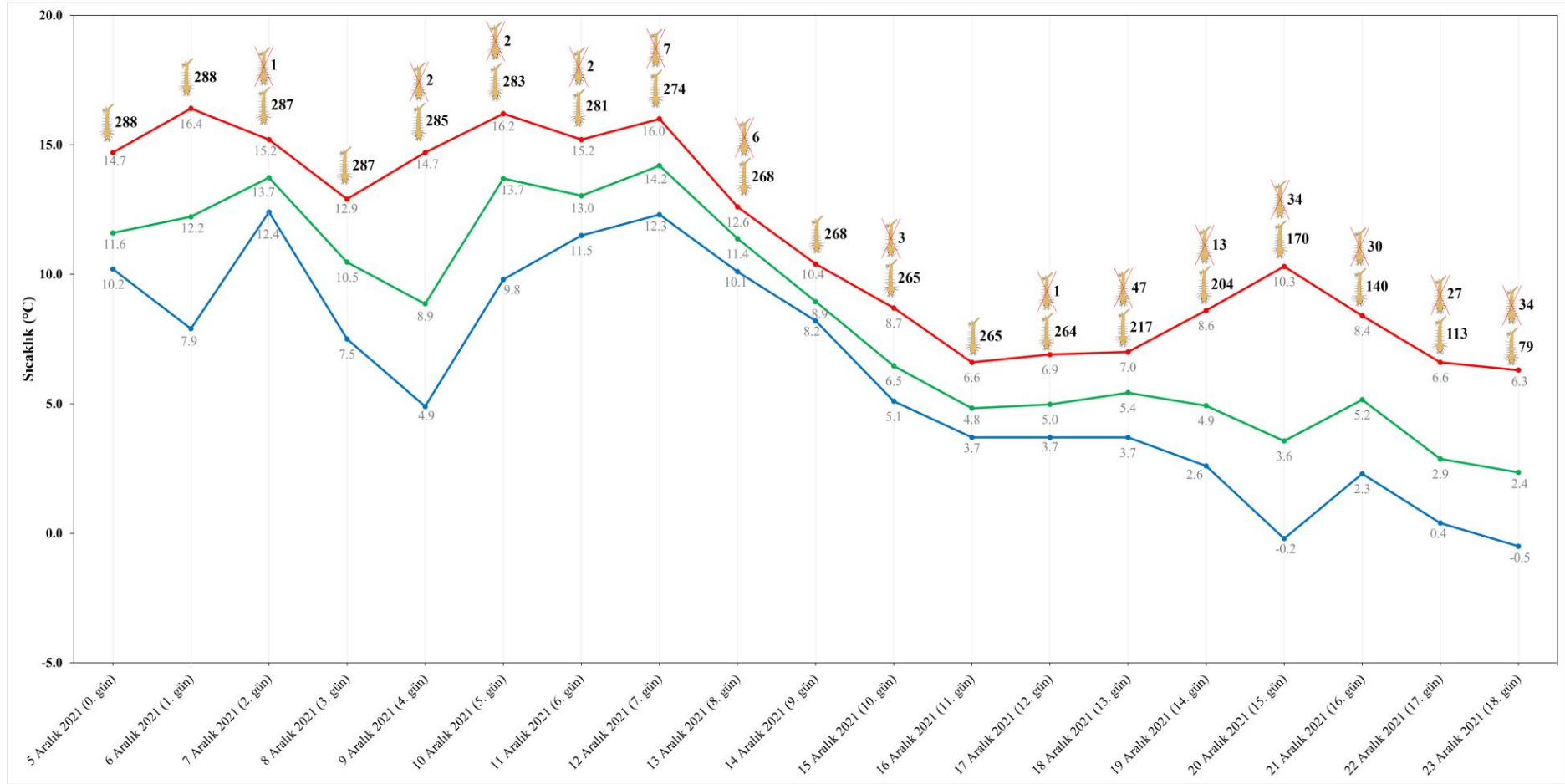
Tablo 3.9: Aralık21 denemesinde günlük olarak gözlenen gelişim aşamaları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri

Gün	Tarih	Ortalama sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Günlük sıcaklık farkı	Canlı larva sayısı	Ölü larva sayısı	Oluşan pupa sayısı	Canlı pupa sayısı	Ölü pupa sayısı	Çıkan erkek sayısı	Çıkan dişi sayısı
0. gün	5.12.2021	11.6	10.2	14.7	4.5	288						
1. gün	6.12.2021	12.2	7.9	16.4	8.5	288						
2. gün	7.12.2021	13.7	12.4	15.2	2.8	287	1					
3. gün	8.12.2021	10.5	7.5	12.9	5.4	287						
4. gün	9.12.2021	8.9	4.9	14.7	9.8	285	2					
5. gün	10.12.2021	13.7	9.8	16.2	6.4	283	2					
6. gün	11.12.2021	13.0	11.5	15.2	3.7	281	2					
7. gün	12.12.2021	14.2	12.3	16.0	3.7	274	7					
8. gün	13.12.2021	11.4	10.1	12.6	2.5	268	6					
9. gün	14.12.2021	8.9	8.2	10.4	2.2	268						
10. gün	15.12.2021	6.5	5.1	8.7	3.6	265	3					
11. gün	16.12.2021	4.8	3.7	6.6	2.9	265						
12. gün	17.12.2021	5.0	3.7	6.9	3.2	264	1					
13. gün	18.12.2021	5.4	3.7	7.0	3.3	217	47					
14. gün	19.12.2021	4.9	2.6	8.6	6.0	204	13					
15. gün	20.12.2021	3.6	-0.2	10.3	10.5	170	34					
16. gün	21.12.2021	5.2	2.3	8.4	6.1	140	30					
17. gün	22.12.2021	2.9	0.4	6.6	6.2	113	27					
18. gün	23.12.2021	2.4	-0.5	6.3	6.8	79	34					
19. gün	24.12.2021	2.6	-2.7	10.8	13.5	46	33					

Tablo 3.9 (devam)

20. gün	25.12.2021	9.9	8.1	13.8	5.7	29	17					
21. gün	26.12.2021	12.0	10.2	16.3	6.1	12	17					
22. gün	27.12.2021	13.6	12.3	15.8	3.5	10	2					
23. gün	28.12.2021	13.6	12.5	15.2	2.7	7	3					
24. gün	29.12.2021	12.4	11.4	15.2	3.8	5	2					
25. gün	30.12.2021	11.3	10.5	11.7	1.2	2	3					
26. gün	31.12.2021	8.9	7.6	10.9	3.3	2						
27. gün	1.01.2022	7.1	4.0	10.8	6.8	2						
28. gün	2.01.2022	10.0	7.9	14.2	6.3	2						
29. gün	3.01.2022	9.1	5.6	14.1	8.5	2						
30. gün	4.01.2022	11.3	7.2	14.0	6.8	2						
31. gün	5.01.2022	9.6	5.2	15.8	10.6	2						
32. gün	6.01.2022	12.0	7.4	17.9	10.5	2						
33. gün	7.01.2022	12.0	9.4	16.5	7.1	2						
34. gün	8.01.2022	10.2	9.6	11.9	2.3	2						
35. gün	9.01.2022	10.7	9.8	11.8	2.0	2						
36. gün	10.01.2022	9.7	8.5	11.8	3.3	2						
37. gün	11.01.2022	10.2	8.1	11.2	3.1	2						
38. gün	12.01.2022	3.7	0.8	7.6	6.8	2						
39. gün	13.01.2022	-0.4	-1.7	1.7	3.4	2						
40. gün	14.01.2022	0.3	-3.5	5.6	9.1	2						
41. gün	15.01.2022	3.3	-0.3	8.2	8.5		2					

Aralık21 denemesinde günlük olarak takip edilen gelişim aşamalarının ve günlük olarak maruz kalınan sıcaklık değerlerinin demonstrasyonu aşağıda verilmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9: Aralık21 denemesinde gözlenen gelişim aşamaları ve günlük sıcaklık değerleri



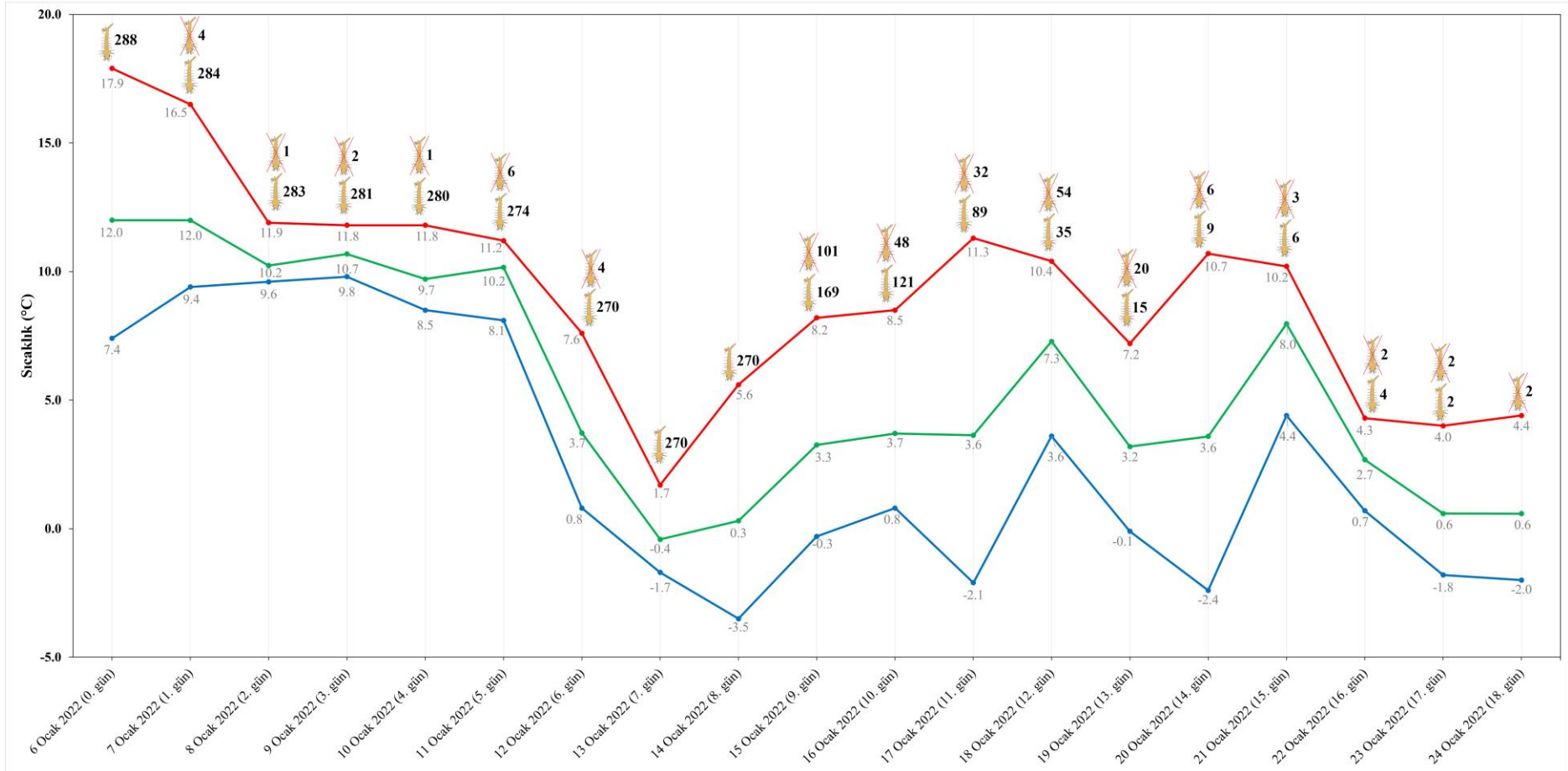
Şekil 3.9 (devam)

Ocak22 denemesi 6 Ocak 2022 tarihinde kurulmuş ve 24 Ocak 2022 tarihinde sonlanmıştır. Deneme boyunca totalde 19 günlük bir takip gerçekleştirilmiştir. Deneme periyodu boyunca, ortalama sıcaklık değeri 5.5 °C, minimum sıcaklık ortalaması 2.6 °C, maksimum sıcaklık ortalaması 9.2 °C olarak kaydedilmiştir. Deneme başlangıcında konulan 288 larva pupa ve ergin aşamasına ulaşmadan ölmüştür (Tablo 3.10).

Tablo 3.10: Ocak22 denemesinde günlük olarak gözlenen gelişim aşamaları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri

Gün	Tarih	Ortalama sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Günlük sıcaklık farkı	Canlı larva sayısı	Ölü larva sayısı	Oluşan pupa sayısı	Canlı pupa sayısı	Ölü pupa sayısı	Çıkan erkek sayısı	Çıkan dişi sayısı
0. gün	6.01.2022	12.0	7.4	17.9	10.5	288						
1. gün	7.01.2022	12.0	9.4	16.5	7.1	284	4					
2. gün	8.01.2022	10.2	9.6	11.9	2.3	283	1					
3. gün	9.01.2022	10.7	9.8	11.8	2.0	281	2					
4. gün	10.01.2022	9.7	8.5	11.8	3.3	280	1					
5. gün	11.01.2022	10.2	8.1	11.2	3.1	274	6					
6. gün	12.01.2022	3.7	0.8	7.6	6.8	270	4					
7. gün	13.01.2022	-0.4	-1.7	1.7	3.4	270						
8. gün	14.01.2022	0.3	-3.5	5.6	9.1	270						
9. gün	15.01.2022	3.3	-0.3	8.2	8.5	169	101					
10. gün	16.01.2022	3.7	0.8	8.5	7.7	121	48					
11. gün	17.01.2022	3.6	-2.1	11.3	13.4	89	32					
12. gün	18.01.2022	7.3	3.6	10.4	6.8	35	54					
13. gün	19.01.2022	3.2	-0.1	7.2	7.3	15	20					
14. gün	20.01.2022	3.6	-2.4	10.7	13.1	9	6					
15. gün	21.01.2022	8.0	4.4	10.2	5.8	6	3					
16. gün	22.01.2022	2.7	0.7	4.3	3.6	4	2					
17. gün	23.01.2022	0.6	-1.8	4.0	5.8	2	2					
18. gün	24.01.2022	0.6	-2.0	4.4	6.4		2					

Ocak22 denemesinde günlük olarak takip edilen gelişim aşamalarının ve günlük olarak maruz kalınan sıcaklık değerlerinin demonstrasyonu aşağıda verilmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10: Ocak22 denemesinde gözlenen gelişim aşamaları ve günlük sıcaklık değerleri

Nisan22 denemesi 3 Nisan 2022 tarihinde kurulmuş ve 20 Mayıs 2022 tarihinde sonlanmıştır. Deneme boyunca totalde 48 günlük bir takip gerçekleştirilmiştir. Deneme periyodu boyunca, ortalama sıcaklık değeri 13.7 °C, minimum sıcaklık ortalaması 8.8 °C, maksimum sıcaklık ortalaması 19.1 °C olarak kaydedilmiştir. Deneme başlangıcında konulan 288 larvanın 262'si (%91.0) pupalaşırken, 26'sı (%9.0) pupalaşamadan larva aşamasında ölmüştür. 262 pupanın 261'i (%99.6) erginleşirken, 1'i (%0.4) erginleşmeden pupa aşamasında ölmüştür. Deneme sonucunda, başlangıçta konulan 288 larvadan 261 ergin çıkışı (%90.6) meydana gelmiştir. Bu 261 erginin 135'i erkek (%51.7), 126 dişi (%48.3) olarak kaydedilmiştir (Tablo 3.11).

Tablo 3.11: Nisan22 denemesinde günlük olarak gözlenen gelişim aşamaları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri

Gün	Tarih	Ortalama sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Günlük sıcaklık farkı	Canlı larva sayısı	Ölü larva sayısı	Oluşan pupa sayısı	Canlı pupa sayısı	Ölü pupa sayısı	Çıkan erkek sayısı	Çıkan dişi sayısı
0. gün	3.04.2022	15.7	12.1	21.6	9.5	288						
1. gün	4.04.2022	11.4	6.8	17.5	10.7	288						
2. gün	5.04.2022	10.5	9.2	13.4	4.2	285	3					
3. gün	6.04.2022	9.6	3.8	15.4	11.6	282	3					
4. gün	7.04.2022	10.3	3.6	16.8	13.2	279	3					
5. gün	8.04.2022	15.2	11.9	22.1	10.2	278	1					
6. gün	9.04.2022	14.8	6.8	20.6	13.8	276	2					
7. gün	10.04.2022	16.4	8.9	21.5	12.6	276						
8. gün	11.04.2022	11.7	6.9	21.0	14.1	275	1					
9. gün	12.04.2022	10.3	6.5	15.9	9.4	275						
10. gün	13.04.2022	10.0	3.8	14.2	10.4	273	2					
11. gün	14.04.2022	9.8	3.4	15.6	12.2	273						
12. gün	15.04.2022	11.7	6.2	18.3	12.1	273						
13. gün	16.04.2022	12.6	7.0	18.8	11.8	271	2					

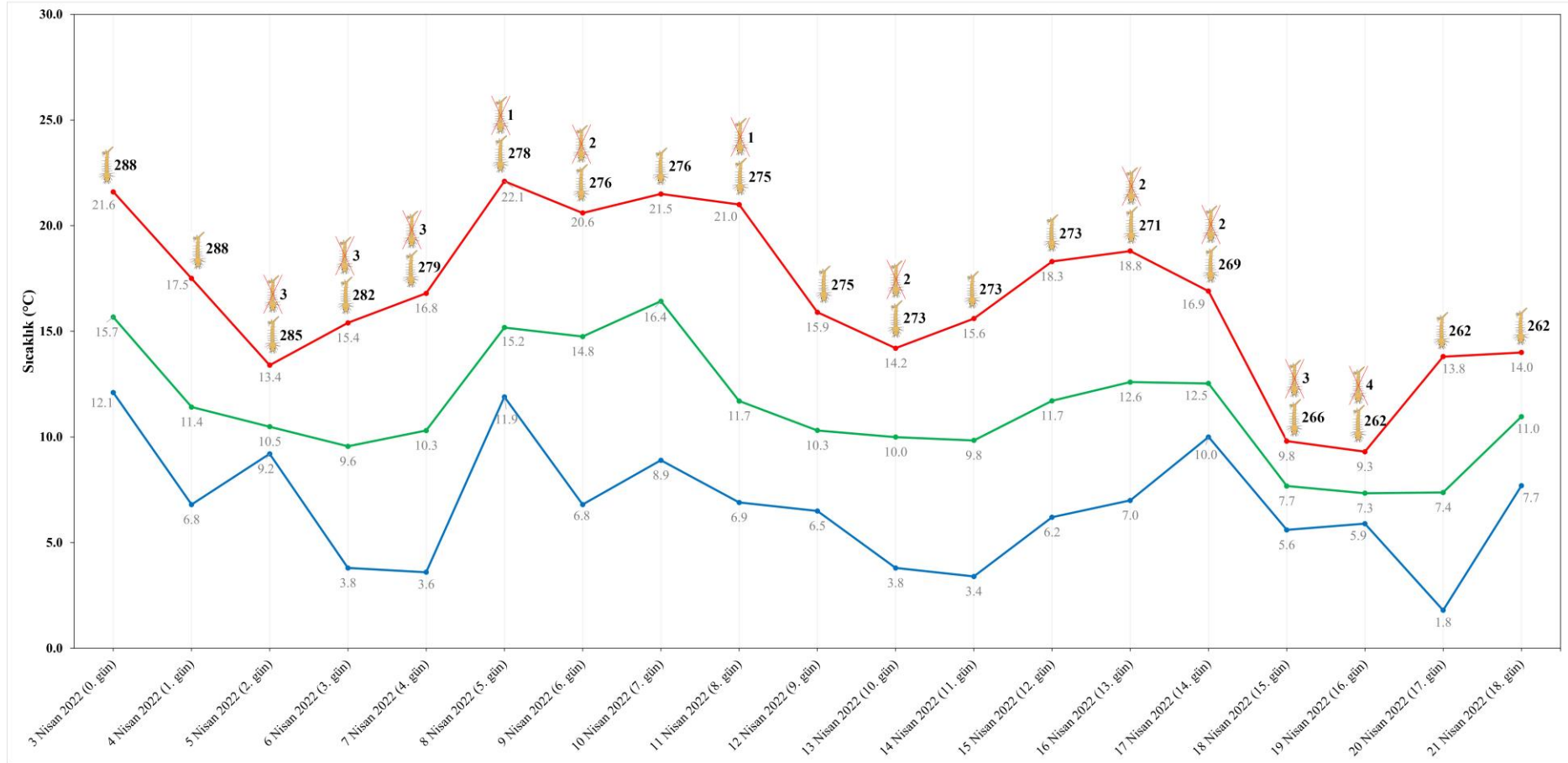
Tablo 3.11 (devam)

14. gün	17.04.2022	12.5	10.0	16.9	6.9	269	2					
15. gün	18.04.2022	7.7	5.6	9.8	4.2	266	3					
16. gün	19.04.2022	7.3	5.9	9.3	3.4	262	4					
17. gün	20.04.2022	7.4	1.8	13.8	12.0	262						
18. gün	21.04.2022	11.0	7.7	14.0	6.3	262						
19. gün	22.04.2022	11.5	7.3	17.0	9.7	262						
20. gün	23.04.2022	15.6	12.4	20.8	8.4	262						
21. gün	24.04.2022	16.1	8.9	22.6	13.7	262						
22. gün	25.04.2022	15.7	9.6	22.2	12.6	262						
23. gün	26.04.2022	16.2	10.5	22.2	11.7	262						
24. gün	27.04.2022	16.3	11.3	20.9	9.6	262						
25. gün	28.04.2022	16.7	11.5	23.3	11.8	262						
26. gün	29.04.2022	16.5	11.7	21.9	10.2	186		76	76			
27. gün	30.04.2022	15.2	12.6	18.8	6.2	118		68	144			
28. gün	1.05.2022	15.0	11.6	20.3	8.7	83		35	179			
29. gün	2.05.2022	14.3	10.5	19.3	8.8	38		45	224			
30. gün	3.05.2022	13.2	12.2	16.5	4.3	20		18	232		10	
31. gün	4.05.2022	12.5	10.0	17.3	7.3	15		5	219		18	
32. gün	5.05.2022	11.8	6.1	17.8	11.7	13		2	188		30	3
33. gün	6.05.2022	13.1	7.1	18.8	11.7	9		4	146		32	14
34. gün	7.05.2022	14.0	9.6	19.4	9.8	6		3	100		21	28
35. gün	8.05.2022	14.3	10.3	20.7	10.4	4		2	80		3	19
36. gün	9.05.2022	14.5	8.1	21.4	13.3	4			40		13	27
37. gün	10.05.2022	14.6	9.4	20.8	11.4	4			18		4	18
38. gün	11.05.2022	14.6	8.2	20.4	12.2	4			10	1		7

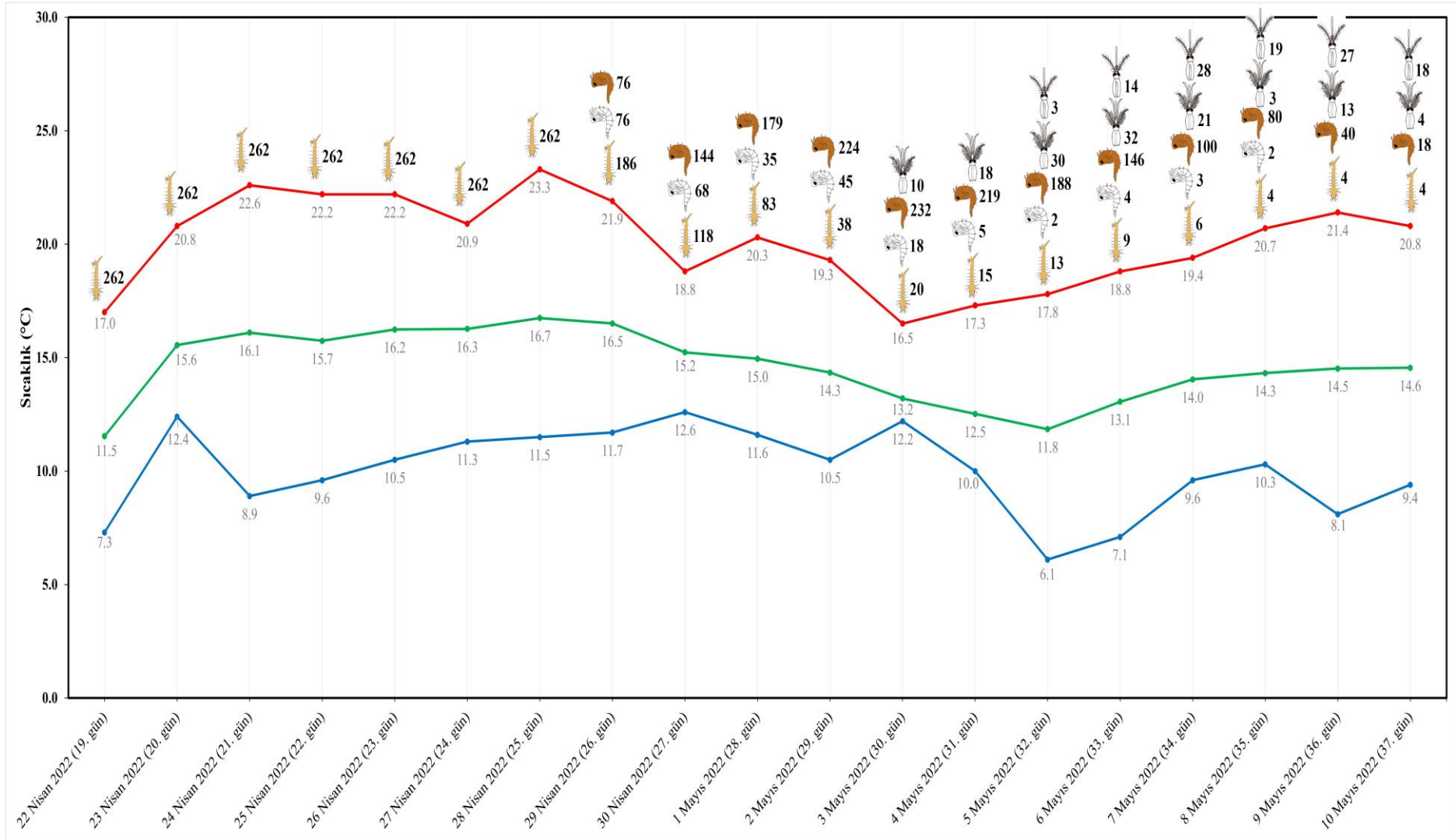
Tablo 3.11 (devam)

39. gün	12.05.2022	15.0	9.0	21.2	12.2	4			4			6
40. gün	13.05.2022	16.8	10.3	22.8	12.5	4			2		2	
41. gün	14.05.2022	17.0	10.2	23.1	12.9	2		2	2		2	
42. gün	15.05.2022	18.2	12.9	22.5	9.6	2			2			
43. gün	16.05.2022	18.4	13.5	21.8	8.3			2	4			
44. gün	17.05.2022	18.3	12.4	22.8	10.4				4			
45. gün	18.05.2022	17.7	11.8	24.8	13.0				2			2
46. gün	19.05.2022	12.5	8.0	19.2	11.2				2			
47. gün	20.05.2022	13.8	7.2	19.1	11.9							2

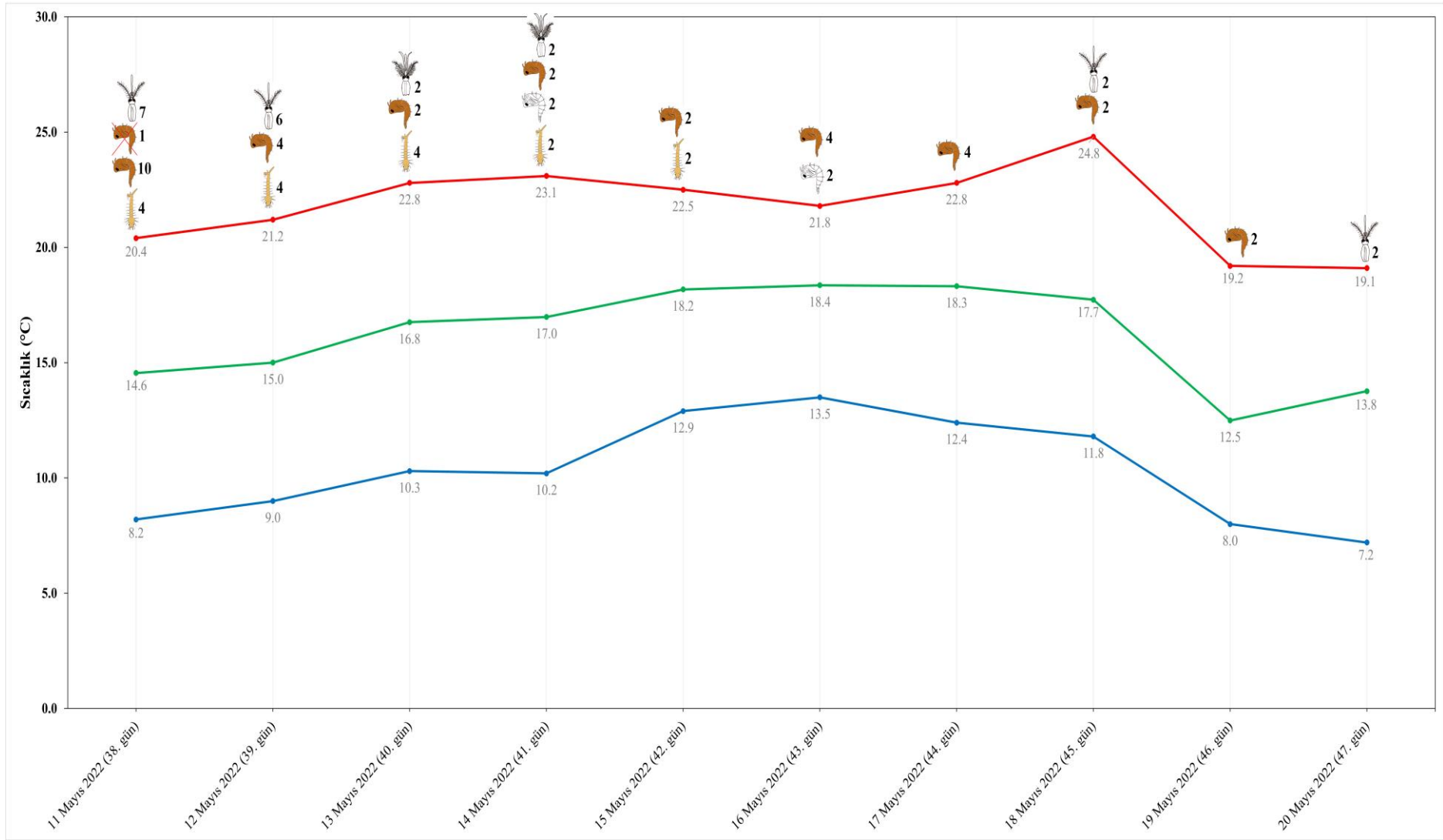
Nisan22 denemesinde günlük olarak takip edilen gelişim aşamalarının ve günlük olarak maruz kalınan sıcaklık değerlerinin demonstrasyonu aşağıda verilmiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11: Nisan22 denemesinde gözlenen gelişim aşamaları ve günlük sıcaklık değerleri



Şekil 3.11 (devam)



Şekil 3.11 (devam)

Mayıs22 denemesi 12 Mayıs 2022 tarihinde kurulmuş ve 29 Mayıs 2022 tarihinde sonlanmıştır. Deneme boyunca totalde 18 günlük bir takip gerçekleştirilmiştir. Deneme periyodu boyunca, ortalama sıcaklık değeri 17.9 °C, minimum sıcaklık ortalaması 12.2 °C, maksimum sıcaklık ortalaması 23.4 °C olarak kaydedilmiştir. Deneme başlangıcında konulan 288 larvanın 283'ü (%98.3) pupalaşırken, 5'i (%1.7) pupalaşamadan larva aşamasında ölmüştür. 283 pupanın 283'ü (%100) erginleşmiş ve pupa aşamasında ölüm gerçekleşmemiştir. Deneme sonucunda, başlangıçta konulan 288 larvadan 283 ergin çıkışı (%98.3) meydana gelmiştir. Bu 283 erginin 145'i erkek (%51.2), 138'i dişi (%48.8) olarak kaydedilmiştir (Tablo 3.12).

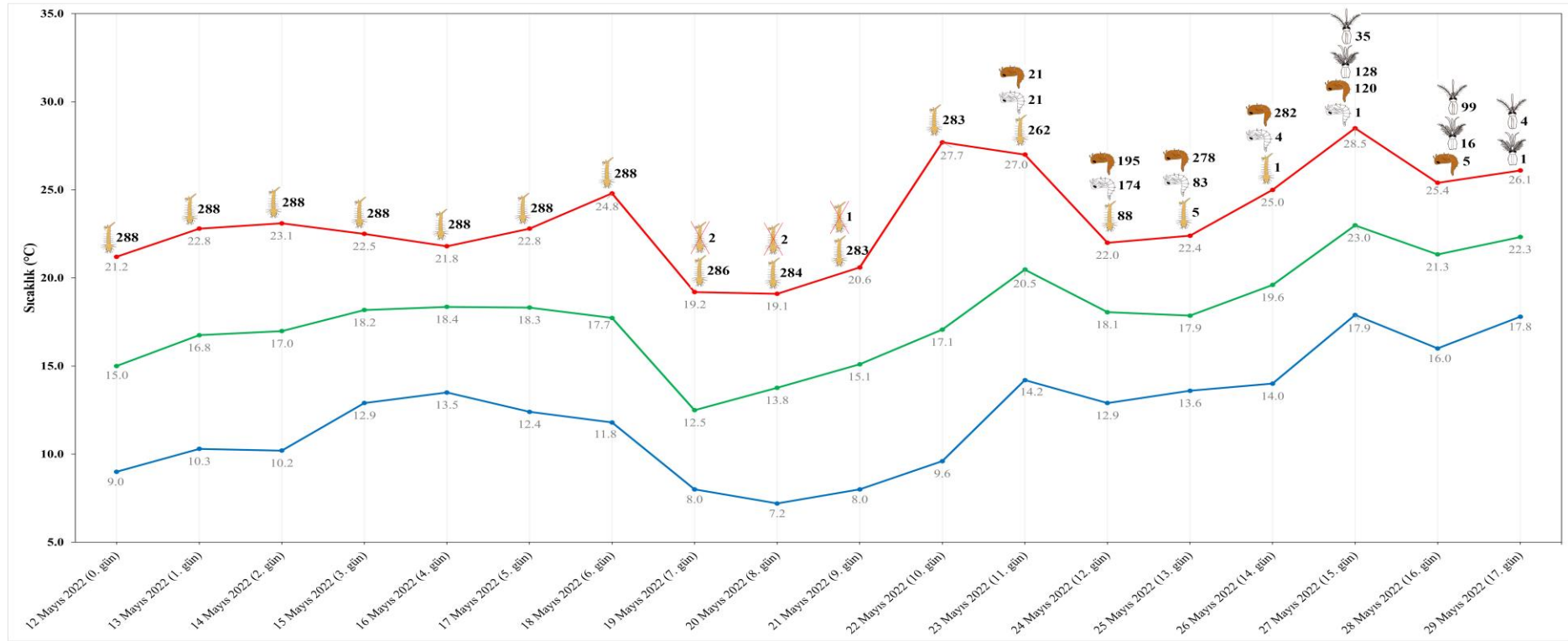
Tablo 3.12: Mayıs22 denemesinde günlük olarak gözlenen gelişim aşamaları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri

Gün	Tarih	Ortalama sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Günlük sıcaklık farkı	Canlı larva sayısı	Ölü larva sayısı	Oluşan pupa sayısı	Canlı pupa sayısı	Ölü pupa sayısı	Çıkan erkek sayısı	Çıkan dişi sayısı
0. gün	12.05.2022	15.0	9.0	21.2	12.2	288						
1. gün	13.05.2022	16.8	10.3	22.8	12.5	288						
2. gün	14.05.2022	17.0	10.2	23.1	12.9	288						
3. gün	15.05.2022	18.2	12.9	22.5	9.6	288						
4. gün	16.05.2022	18.4	13.5	21.8	8.3	288						
5. gün	17.05.2022	18.3	12.4	22.8	10.4	288						
6. gün	18.05.2022	17.7	11.8	24.8	13.0	288						
7. gün	19.05.2022	12.5	8.0	19.2	11.2	286	2					
8. gün	20.05.2022	13.8	7.2	19.1	11.9	284	2					
9. gün	21.05.2022	15.1	8.0	20.6	12.6	283	1					
10. gün	22.05.2022	17.1	9.6	27.7	18.1	283						
11. gün	23.05.2022	20.5	14.2	27.0	12.8	262		21	21			
12. gün	24.05.2022	18.1	12.9	22.0	9.1	88		174	195			
13. gün	25.05.2022	17.9	13.6	22.4	8.8	5		83	278			
14. gün	26.05.2022	19.6	14.0	25.0	11.0	1		4	282			
15. gün	27.05.2022	23.0	17.9	28.5	10.6			1	120		128	35

Tablo 3.12 (devam)

16. gün	28.05.2022	21.3	16.0	25.4	9.4				5		16	99
17. gün	29.05.2022	22.3	17.8	26.1	8.3						1	4

Mayıs22 denemesinde günlük olarak takip edilen gelişim aşamalarının ve günlük olarak maruz kalınan sıcaklık değerlerinin demonstrasyonu aşağıda verilmiştir (Şekil 3.12).



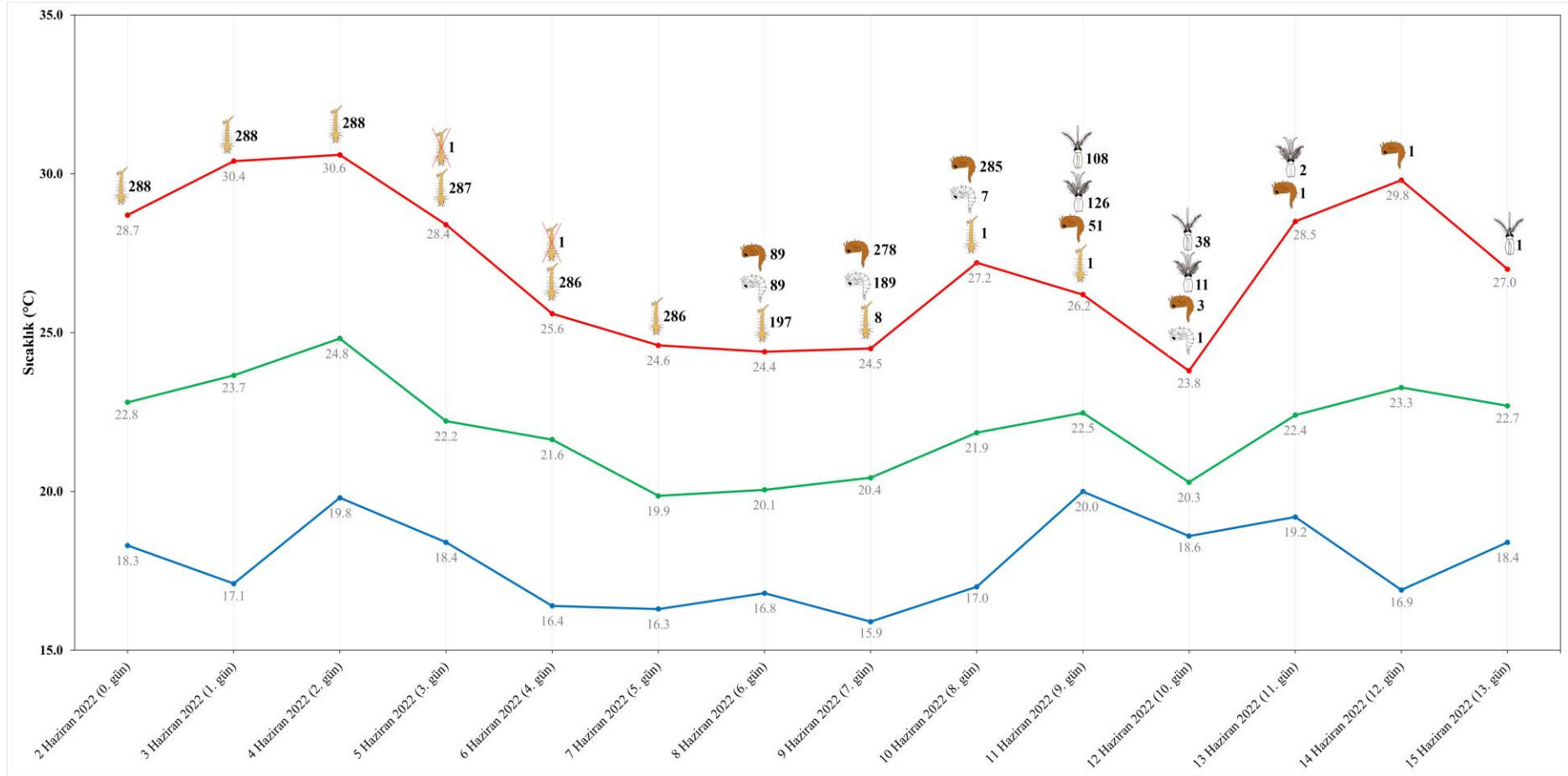
Şekil 3.12: Mayıs22 denemesinde gözlenen gelişim aşamaları ve günlük sıcaklık değerleri

Haziran22 denemesi 2 Haziran 2022 tarihinde kurulmuş ve 15 Haziran 2022 tarihinde sonlanmıştır. Deneme boyunca totalde 14 günlük bir takip gerçekleştirilmiştir. Deneme periyodu boyunca, ortalama sıcaklık değeri 22.0 °C, minimum sıcaklık ortalaması 17.8 °C, maksimum sıcaklık ortalaması 27.1 °C olarak kaydedilmiştir. Deneme başlangıcında konulan 288 larvanın 286'sı (%99.3) pupalaşırken, 2'si (%0.7) pupalaşamadan larva aşamasında ölmüştür. 286 pupanın 286'sı (%100) erginleşmiş ve pupa aşamasında ölüm gerçekleşmemiştir. Deneme sonucunda, başlangıçta konulan 288 larvadan 286 ergin çıkışı (%99.3) meydana gelmiştir. Bu 286 erginin 139'u erkek (%48.6), 147'si dişi (%51.4) olarak kaydedilmiştir (Tablo 3.13).

Tablo 3.13: Haziran22 denemesinde günlük olarak gözlenen gelişim aşamaları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri

Gün	Tarih	Ortalama sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Günlük sıcaklık farkı	Canlı larva sayısı	Ölü larva sayısı	Oluşan pupa sayısı	Canlı pupa sayısı	Ölü pupa sayısı	Çıkan erkek sayısı	Çıkan dişi sayısı
0. gün	2.06.2022	22.8	18.3	28.7	10.4	288						
1. gün	3.06.2022	23.7	17.1	30.4	13.3	288						
2. gün	4.06.2022	24.8	19.8	30.6	10.8	288						
3. gün	5.06.2022	22.2	18.4	28.4	10.0	287	1					
4. gün	6.06.2022	21.6	16.4	25.6	9.2	286	1					
5. gün	7.06.2022	19.9	16.3	24.6	8.3	286						
6. gün	8.06.2022	20.1	16.8	24.4	7.6	197		89	89			
7. gün	9.06.2022	20.4	15.9	24.5	8.6	8		189	278			
8. gün	10.06.2022	21.9	17.0	27.2	10.2	1		7	285			
9. gün	11.06.2022	22.5	20.0	26.2	6.2	1			51		126	108
10. gün	12.06.2022	20.3	18.6	23.8	5.2			1	3		11	38
11. gün	13.06.2022	22.4	19.2	28.5	9.3				1		2	
12. gün	14.06.2022	23.3	16.9	29.8	12.9				1			
13. gün	15.06.2022	22.7	18.4	27.0	8.6							1

Haziran22 denemesinde günlük olarak takip edilen gelişim aşamalarının ve günlük olarak maruz kalınan sıcaklık değerlerinin demonstrasyonu aşağıda verilmiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13: Haziran22 denemesinde gözlenen gelişim aşamaları ve günlük sıcaklık değerleri

3.1 Çalışma Boyunca Maruz Kalınan Sıcaklık Değerleri

Çalışma boyunca çalışma alanındaki yıllık yağış miktarı 451.5 mm, ortalama yıllık sıcaklık 14.8 °C, en düşük sıcaklık -3.5 °C (14 Ocak 2022 tarihinde saat 08:00'de kaydedilmiştir) ve en yüksek sıcaklık 37.6 °C (3 Ağustos 2021 tarihinde saat 14:00'de kaydedilmiştir) olarak ölçülmüştür. Mayıs 2021'den Haziran 2022'ye kadar aylık ortalama sıcaklık (aralık: minimum-maksimum saatlik sıcaklık değerleri) sırasıyla, 17.6 (6.1-31.1), 20.4 (10.4-30.2), 25.5 (16.3-34.2), 25.4 (16.4-37.6), 20.4 (8.0-30.1), 15.2 (6.5-22.9), 12.5 (3.5-20.2), 9.3 (-2.7-17.2), 5.7 (-3.5-17.9), 6.7 (-1.1-17.3), 5.8 (-2.7-18.8), 13.0 (1.8-23.3), 16.8 (6.1-28.5) ve 22.5 (15.1-32.6) olarak kaydedilmiştir. Tüm denemeler birlikte değerlendirildiğinde, ortalama günlük sıcaklık aralığı (DTR) 0.4 °C (13 Ocak 2021) ile 27.6 °C (21 Temmuz 2021) arasında kaydedilmiştir. Kasım21_1 deneme grubunda 3 gün (min: -2.7), Kasım21_2 grubunda 17 gün (min: -3.5), Aralık21 grubunda 6 gün (min: -3.5), Ocak22 grubunda 8 gün (min: -3.5) olmak üzere dört deneme grubunda sıfırın altında sıcaklık değerleri gözlenmiştir. Mayıs21 deneme grubunda 1 gün (max: 31.1), Haziran21 deneme grubunda 1 gün (max: 30.2), Temmuz21 deneme grubunda 9 gün (max: 34.2), Ağustos21 deneme grubunda 6 gün (max: 31.9), Eylül21 deneme grubunda 1 gün (max: 30.1), Haziran22 deneme grubunda 2 gün (max: 30.6) olmak üzere altı deneme grubunda 30 °C ya da üstünde sıcaklık değerleri tespit edilmiştir (Tablo 3.1-13; Şekil 3.1-13).

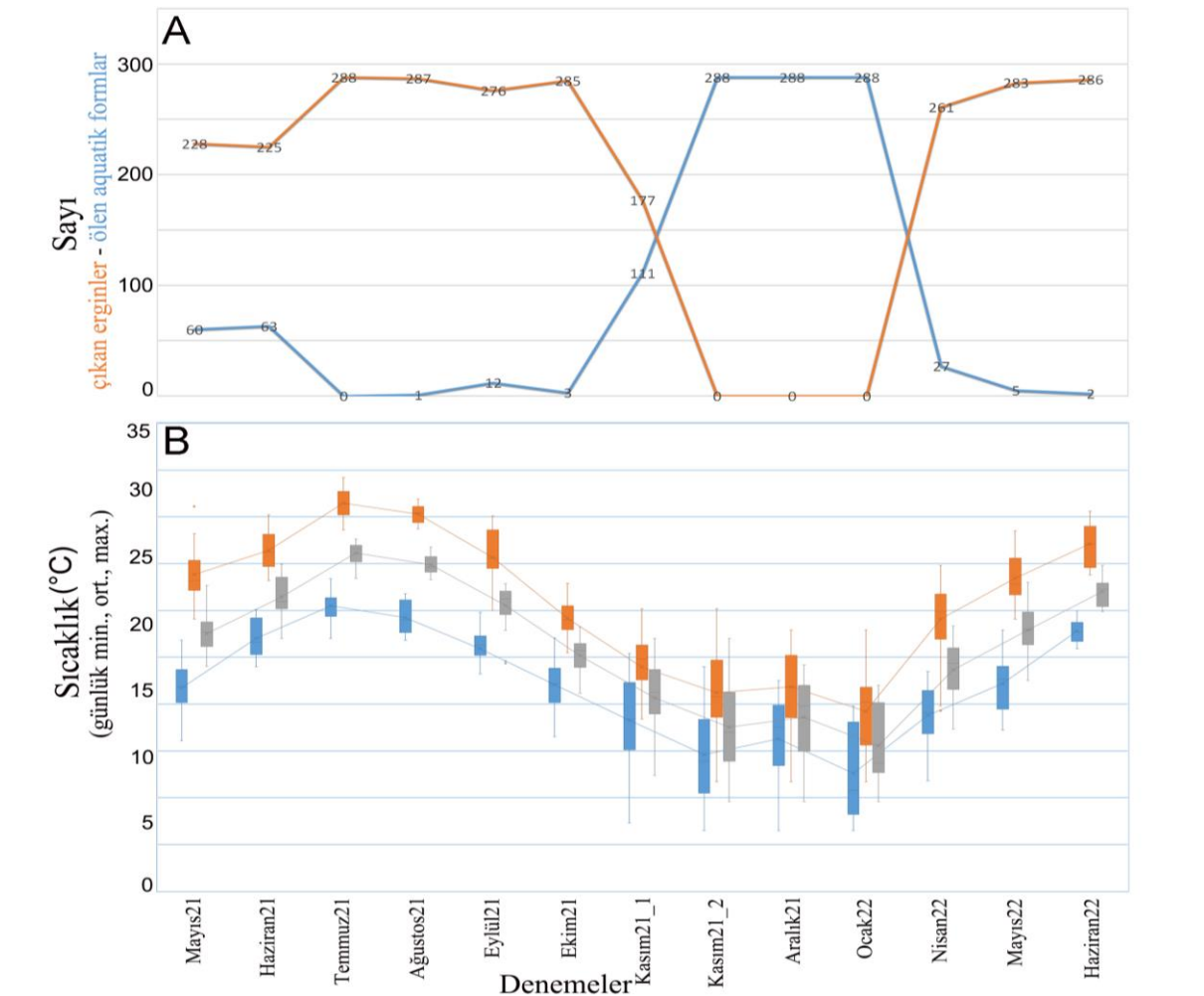
3.2 Hayatta Kalma

Tüm deneme grupları birlikte değerlendirildiğinde, cam bardaklarda yetiştirilen toplam 3744 *Cx. pipiens* larvası, 1. instar larvaların çıkışından ergin çıkımına veya son akuatik form ölene kadar izlenmiştir. Takibi gerçekleştirilen 3744 larvadan 2724'ü (%72.8) pupalaşmıştır ve 3744 larvanın 2596'sı (%69.3) ergin aşamasına ulaşmıştır. Toplamda larva (1. instar larvalardan pupa oluşumuna kadar), pupa (pupalardan ergin çıkışına kadar) ve total akuatik formların (1. instar larvalardan ergin çıkımına kadar) hayatta kalma oranı sırasıyla %72.8, %95.3 ve %69.3 olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.14). Ergin aşamaya ulaşan 2596 erginin 1221'i (%47.0) dişi, 1375'i (%53.0) erkek olarak saptanmıştır. Cinsiyetler arasındaki en yüksek oransal farklılıklar, Kasım21_1 grubunda %36.7 dişi ve %63.3 erkek oranları olarak belirlenmiştir. Erkek oranı, Ekim21 (%56.1), Haziran21 (%56.9) ve Kasım21_1 (%63.3) denemelerinde yıllık ortalamayı aşarken, dişilerde bunun tersi kaydedilmiştir.

Tablo 3.14: Deneme gruplarında gözlenen gelişim aşamaları ve deneme periyotları boyunca maruz kalınan ortalama sıcaklık değerleri

Deneme grupları	Denemelerin kuruluş günü (0. gün)	Denemelerin süresi (gün)	Deneme periyotlarının ortalama sıcaklık değerleri (°C) [\pm SH (aralık)]	Larvalar		Pupalar		Erkekler		Dişiler	
				Pupalaşana kadar hayatta kalan sayısı	Ortalama gelişim süresi (gün)	Ergin çıkışına kadar hayatta kalan sayısı	Ortalama gelişim süresi (gün)	Sayı	Ortalama gelişim süresi (gün)	Sayı	Ortalama gelişim süresi (gün)
Mayıs21	01 Mayıs 2021	38	17.5 \pm 0.29 (6.1-31.1)	245	12.5 \pm 0.24 (7-33)	228	4.3 \pm 0.05 (2-7)	115	16.3 \pm 0.22 (12-27)	113	18.7 \pm 0.35 (14-38)
Haziran21	12 Haziran 2021	17	21.4 \pm 0.53 (14.0-30.2)	229	9.3 \pm 0.06 (8-13)	225	2.3 \pm 0.03 (2-3)	128	12.3 \pm 0.06 (11-16)	97	13.0 \pm 0.10 (11-15)
Temmuz21	15 Temmuz 2021	10	26.2 \pm 0.40 (17.0-34.2)	288	5.3 \pm 0.03 (5-6)	288	1.8 \pm 0.02 (1-3)	147	8.0 \pm 0.02 (7-9)	141	8.2 \pm 0.04 (8-10)
Ağustos21	11 Ağustos 2021	10	24.9 \pm 0.35 (16.8-31.9)	287	5.7 \pm 0.03 (5-7)	287	2.5 \pm 0.04 (2-4)	150	8.7 \pm 0.04 (8-10)	137	9.6 \pm 0.04 (9-10)
Eylül21	07 Eylül 2021	19	20.5 \pm 0.57 (8.0-30.1)	281	8.1 \pm 0.04 (7-13)	276	2.9 \pm 0.02 (2-4)	144	11.5 \pm 0.04 (11-13)	132	12.4 \pm 0.07 (11-19)
Ekim21	02 Ekim 2021	29	15.2 \pm 0.32 (6.5-22.9)	285	14.8 \pm 0.06 (13-20)	285	6.1 \pm 0.04 (5-9)	160	20.8 \pm 0.06 (20-27)	125	23.2 \pm 0.10 (22-29)
Kasım21_1	05 Kasım 2021	55	10.7 \pm 0.50 (-2.7-20.2)	247	29.1 \pm 0.16 (24-37)	177	8.8 \pm 0.06 (8-10)	112	37.0 \pm 0.10 (34-39)	65	38.9 \pm 0.13 (37-42)
Kasım21_2	27 Kasım 2021	81	7.5 \pm 0.48 (-3.5-20.2)	31	44.0 \pm 0.23 (42-46)	31	Ergin çıkışı yok	-	-	-	-
Aralık21	05 Aralık 2021	42	8.6 \pm 0.62 (-3.5-17.9)	Pupalaşma yok	-	-	-	-	-	-	-
Ocak22	06 Ocak 2022	19	5.5 \pm 0.97 (-3.5-17.9)	Pupalaşma yok	-	-	-	-	-	-	-
Nisan22	03 Nisan 2022	48	13.7 \pm 0.42 (1.8-24.8)	262	28.0 \pm 0.16 (26-43)	261	6.4 \pm 0.05 (4-8)	135	34.1 \pm 0.19 (31-42)	126	36.7 \pm 0.22 (33-48)
Mayıs22	12 Mayıs 2022	18	17.9 \pm 0.66 (7.2-28.5)	283	12.3 \pm 0.04 (11-15)	283	3.2 \pm 0.02 (2-4)	145	16.1 \pm 0.03 (16-18)	138	16.8 \pm 0.04 (16-18)
Haziran22	02 Haziran 2022	14	22.0 \pm 0.39 (15.9-30.6)	286	6.7 \pm 0.03 (6-10)	286	2.5 \pm 0.03 (2-3)	139	10.1 \pm 0.03 (10-12)	147	10.3 \pm 0.04 (10-14)
Toplam		400		2724		2627		1375		1221	

Akuatik formların hayatta kalma oranı, sıcaklık artışıyla monoton bir şekilde artmıştır ve bu parametreler arasındaki korelasyon, orta derecede doğrusal olmayan bir durum sergilemiştir. Ergin öncesi dönemde en yüksek hayatta kalma oranı, %100 ile Temmuz21 deneme grubunda saptanmıştır ve bunu %99.7 ile Ağustos21 deneme grubu takip etmektedir. Kasım ayının sonunda kurulan denemede (Kasım21_2 deneme grubu), Aralık21 ve Ocak21 deneme gruplarında ergin çıkışı gözlenmemiştir (Şekil 3.14). 34.2 °C'ye varan en yüksek günlük sıcaklık değerleri yaz aylarında kaydedilmesine rağmen, bu aylarda bu değerlerin üzerinde gelişim sürecinin başarısız olmaya başladığı bir üst termal eşik değerine ulaşılamamıştır.



Şekil 3.14: Deneme gruplarında ölü akuatik formların ve ortaya çıkan erginlerin sayıları ve periyodik sıcaklık değerleri

Akuatik formların tamamı için en düşük hayatta kalma oranı, %61.5 ergin çıkışı ile Kasım21_1 denemesinde (kuruluş tarihi: 05 Kasım 2021) gözlemlenmiştir. Kasım21_2 denemesinde ergin çıkışı gözlemlenmemiştir (Şekil 3.14). Bununla birlikte, larvaların hayatta kalma kapasitesi, bireysel olarak önemli ölçüde değişiklik göstermiştir. Ayrıca bazı

larvalar aşırı soğuğa maruz kaldıklarında bile gelişimlerini tamamlayabilmiştir. Örneğin, Kasım21_2 denemesinde geceleri -2.7 °C'ye kadar soğuğa maruz kalan 215 larvadan 31'i sonraki günlerde pupa aşamasına geçmiştir (Şekil 3.8). Bu nedenle, tüm larvalar için genel olarak geçerli bir eşik, kesin değerlerle belirlenememiştir.

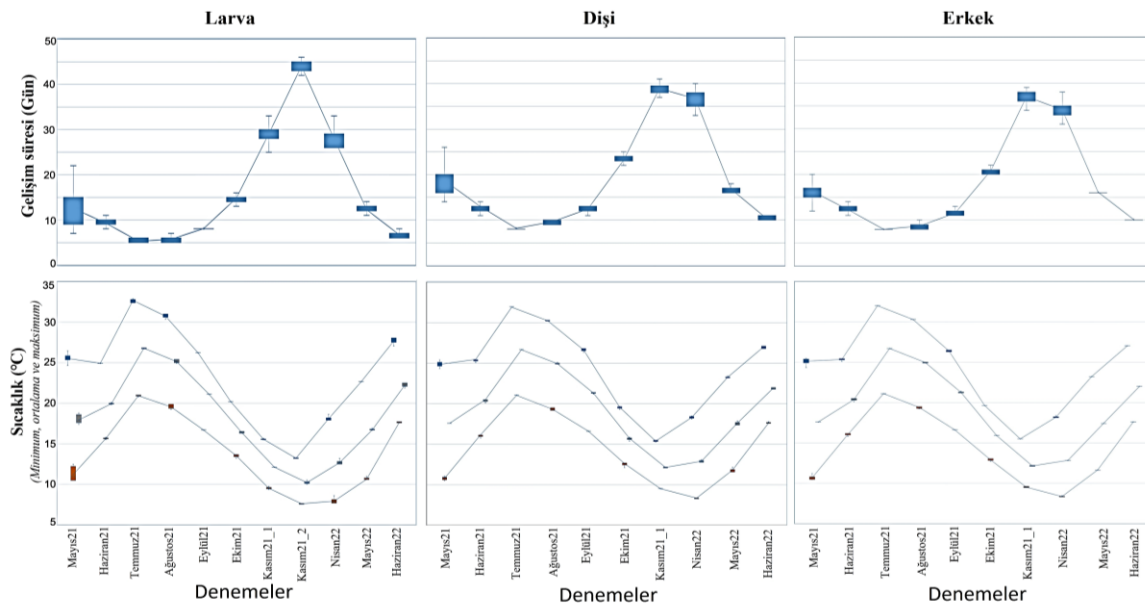
Soğuk sezonda, gelişim süreleri sıcak sezona göre daha uzun olduğu için, birbirini izleyen ayların denemeleri üst üste çakışmaktaydı (aynı anda birden fazla deneme grubu devam etmekteydi). Bu örtüşen dönemlerde, bir deneme grubundaki ergin öncesi aşamaların yaşama yeteneği bir sonraki deneme grubundan yüksek olarak gözlenmiştir. Kasım21_1 deneme grubu 5 Kasım 2021 tarihinde kurulmuştur ve 29 Aralık 2021 tarihinde son kalan 6 pupanın ölümüyle sona ermiştir (Şekil 3.7). 27 Kasım 2021 tarihinde Kasım21_2 deneme grubu kurulduğunda, bu tarihte Kasım21_1 deneme grubunda hala 254 adet 4. instar larva mevcut bulunmaktaydı (Şekil 3.7). Kasım21_1 deneme grubunda, 27 Kasım 2021 ve 29 Aralık 2021 periyodu arasında, 7 adet 4. instar larva ölürken, 247 larva pupa aşamasına geçmişti ve 177 ergin çıkışı meydana gelmişti (Şekil 3.7). Kasım21_2 deneme grubunda ise aynı tarih aralığında, çoğunlukla 4. instar aşamasında 171 larva ölürken, pupa oluşumu ve ergin çıkışı gerçekleşmemiştir (Şekil 3.8). Aralık21 deneme grubu 5 Aralık 2021'de kurulmuştur, 15 Aralık 2021 tarihinde 288 larvanın tamamı ilk iki evrede (çoğunlukla 2. instar) ölmüştür. Bu deneme grubunun ilk ve son günlerinde sırasıyla Kasım21_2 deneme grubunda 288 canlı erken dönem larva ve 6 adet 4. instar larva mevcuttu (Şekil 3.9). 6-24 Ocak 2022 tarihleri arasında devam eden Ocak22 denemesinde, 1. ve 2. instar aşamasında (çoğunlukla 2. instar) tüm larvalar ölmüştür (Şekil 3.10). Ocak22 deneme grubunun ilk ve son günlerinde sırasıyla Kasım21_2 deneme grubunda, 4. instarda 105 larva ve 19 pupa mevcuttu (Şekil 3.8; Şekil 3.10).

13-15 Ocak 2022 tarihlerinde cam bardaklardaki su yüzeyinde kısmi buzlanma gözlenmiştir. Ancak bu durum bile larvaların aynı gün içerisinde tamamen ölmesine neden olmamıştır. Bu buzlanma durumunu yaşayan 31 pupa (Kasım21_2 grubu), 66 adet 4. instar larva (Kasım21_2 grubu) ve 272 adet 2. instar larva (Aralık21 ve Ocak22 grupları), 25 pupa (%80.6), 6 adet 4. instar larva (%9.1) ve 169 adet 2. instar larva (%62.1) hayatta kalmıştır ve ölümlerin %91.5'i 3. buzlanma gününde (15 Ocak 2022) meydana gelmiştir (Şekil 3.8; Şekil 3.9; Şekil 3.10). Benzer bir şekilde, soğukla ilişkili ölümler, denemelerde çoğunlukla daha soğuk dönemlerde gözlenmiştir. Ancak, gece sıcaklıklarının her zaman çok düşük olduğu günlerde gerçekleşmemiştir. İlginç bir şekilde çoğunlukla soğuk günleri takip eden

ısınınma günlerinde görülmüştür (Şekil 3.8; Şekil 3.9; Şekil 3.10). Kışın çok soğuk döneminde birkaç 4. instar larva ve pupa hayatta kalsa da çoğu pupa veya ergin ortaya çıkmadan önce ölmüştür ve termal koşulların iyileştirilmesi kaderlerini değiştirmemiştir (Şekil 3.8; Şekil 3.9; Şekil 3.10).

3.3 Gelişim Süresi

Deneme gruplarında larva, erkek ve dişi gelişim süresi, bu çalışmanın termal aralığı içindeki ortam sıcaklığı değerlerinin artmasıyla monoton bir şekilde azalmaktadır (Şekil 3.15; Tablo 3.20). Deneme gruplarında larva, pupa, dişi ve erkeklerde en kısa ortalama gelişim süresi (ve aralığı), sırasıyla 5.3 (5-6), 1.8 (1-3), 8.2 (8-10) ve 8.0 (7-9) gün değerleri ile Temmuz21 deneme grubunda kaydedilmiştir (Şekil 3.3; Tablo 3.15-18). En uzun ortalama gelişim süresi Kasım21_2 deneme grubunda larvalarda 44.0 (42-46) gün ile kaydedilirken ve Kasım21_1 deneme grubunda ise pupa, dişiler ve erkeklerde sırasıyla 8.8 (8-10), 38.9 (37-42) ve 37.0 (34-39) gün olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.15; Tablo 3.15-18). En uzun bireysel gelişim süresi, bir dişi için 48 gün, bir erkek için ise 42 gün ile Nisan22 grubunda gözlenmiştir (Şekil 3.11). Kasım21_2 denemesinde, bazı larvalar ve pupalar sırasıyla 66 ve 26 güne kadar hayatta kalmalarına rağmen, pupa aşamasına geçmeden veya ergin çıkışı olmadan önce ölmüştür. Ayrıca, aynı deneme grubunda 81 gün ile en uzun akuatik hayatta kalma kaydedilmiştir, ancak bunların çoğu ergin çıkışı olmadan önce pupa aşamasında ölmüştür (Şekil 3.8).



Şekil 3.15: Deneme gruplarında larva, dişi ve erkek sivrisineklerin gelişim süreleri ve maruz kalınan periyodik sıcaklık değerleri

Deneme gruplarında pupa aşamasına erişebilen larva sayıları ve bu larvaların pupa aşamasına erişinceye kadar (larva dönemi boyunca) maruz kaldıkları günlük maksimum sıcaklıkların ortalaması, günlük minimum sıcaklıkların ortalaması, günlük ortalama sıcaklıkların ortalaması, günlük sıcaklık aralıklarının (DTR) ortalaması ve larva gelişim süreleri aşağıda verilmiştir (Tablo 3.15). En kısa larva gelişim süresi Temmuz21 ve Ağustos21 deneme gruplarında sırasıyla 5.3 ve 5.7 olarak gözlenmiştir. En uzun larva gelişim süresi ise Kasım21_2 deneme grubunda 44.0 gün olarak gözlenmiştir. Aralık21 ve Ocak22 deneme gruplarında larvaların tümü pupa aşamasına erişmeden ölmüştür (Tablo 3.15).

Tablo 3.15: Larvaların yumurtadan çıkışından pupalaşana kadar (larva dönemi) maruz kaldıkları ortalama günlük sıcaklık değerleri ve gelişim süreleri

Deneme grupları	Pupalaşan larva sayısı	Larva gelişim dönemi boyunca (pupalaşana kadar) maruz kalınan ortalama günlük sıcaklık değerleri [±Standart hata (aralık)]				Gelişim süresi (gün)
		T _{Maksimum} (°C)	T _{Minimum} (°C)	T _{Ortalama} (°C)	T _{DTR} (°C)	
Mayıs21	245	25.5 ±0.03 (19.1-31.1)	11.2 ±0.05 (6.1-16.8)	17.9 ±0.03 (14.0-22.7)	14.3 ±0.04 (5.5-19.9)	12.5 ±0.24 (7.0-33.0)
Haziran21	229	24.9 ±0.01 (23.2-27.6)	15.6 ±0.01 (14.0-19.0)	19.9 ±0.01 (17.0-22.6)	9.3 ±0.00 (5.6-11.1)	9.3 ±0.06 (8.0-13.0)
Temmuz21	288	32.7 ±0.01 (30.5-34.2)	21.0 ±0.00 (19.4-21.5)	26.8 ±0.00 (26.3-27.2)	11.7 ±0.01 (9.3-14.8)	5.3 ±0.03 (5.0-6.0)
Ağustos21	287	30.7 ±0.01 (28.7-31.9)	19.5 ±0.01 (16.8-21.8)	25.1 ±0.01 (23.3-26.8)	11.2 ±0.00 (9.6-13.1)	5.7 ±0.03 (5.0-7.0)
Eylül21	281	26.2 ±0.01 (24.5-30.1)	16.7 ±0.00 (13.2-18.9)	21.1 ±0.01 (19.1-22.8)	9.5 ±0.01 (5.8-13.0)	8.1 ±0.04 (7.0-13.0)
Ekim21	285	20.2 ±0.00 (16.6-22.9)	13.5 ±0.01 (6.5-17.1)	16.4 ±0.01 (12.4-18.2)	6.6 ±0.01 (2.2-11.4)	14.8 ±0.06 (13.0-20.0)
Kasım21_1	247	15.6 ±0.00 (11.9-20.2)	9.5 ±0.01 (2.1-15.4)	12.1 ±0.00 (6.7-17.0)	6.1 ±0.01 (1.7-12.5)	29.1 ±0.16 (24.0-37.0)
Kasım21_2	31	13.3 ±0.01 (6.3-20.2)	7.6 ±0.01 (-2.7-14.0)	10.0 ±0.00 (2.4-17.0)	5.7 ±0.02 (1.2-13.5)	44.0 ±0.23 (42.0-46.0)
Aralık21	0	12.0 ±0.06 (1.7-17.9)	6.9 ±0.06 (-3.5-12.5)	9.2 ±0.06 (-0.4-14.2)	5.1 ±0.02 (1.2-13.5)	Pupalaşma yok
Ocak22	0	10.6 ±0.06 (1.7-17.9)	4.5 ±0.07 (-3.5-9.8)	7.1 ±0.06 (-0.4-12.0)	6.0 ±0.03 (2.0-13.4)	Pupalaşma yok
Nisan22	262	18.1 ±0.01 (9.3-23.3)	7.9 ±0.01 (1.8-12.9)	12.7 ±0.01 (7.3-18.2)	10.1 ±0.01 (3.4-14.1)	28.0 ±0.16 (26.0-43.0)
Mayıs22	283	22.7 ±0.01 (19.1-27.7)	10.6 ±0.01 (7.2-14.2)	16.7 ±0.01 (12.5-20.5)	12.0 ±0.01 (8.3-18.1)	12.3 ±0.04 (11.0-15.0)
Haziran22	286	27.7 ±0.02 (24.4-30.6)	17.6 ±0.00 (15.9-20.0)	22.2 ±0.01 (19.9-24.8)	10.1 ±0.01 (6.2-13.3)	6.7 ±0.03 (6.0-10.0)

Deneme gruplarında ergin aşamasına erişebilen pupa sayıları ve bu pupaların ergin aşamasına erişinceye kadar (pupa dönemi boyunca) maruz kaldıkları günlük maksimum sıcaklıkların ortalaması, günlük minimum sıcaklıkların ortalaması, günlük ortalama sıcaklıkların ortalaması, günlük sıcaklık aralıklarının (DTR) ortalaması ve pupa gelişim süreleri aşağıda verilmiştir (Tablo 3.16). En kısa pupa gelişim süresi Temmuz21 ve Ağustos21 deneme gruplarında sırasıyla 1.8 ve 2.5 olarak gözlenmiştir. En uzun pupa gelişim süresi ise Kasım21_1 deneme grubunda 8.8 gün olarak gözlenmiştir. Kasım21_1 deneme grubunda pupalaşma olmasına rağmen ergin çıkışı gözlenmemiştir (Tablo 3.16).

Tablo 3.16: Pupalaşmadan ergin çıkışına kadar (pupa dönemi) maruz kalınan ortalama günlük sıcaklık değerleri ve gelişim süreleri

Deneme grupları	Pupa sayısı	Pupaların gelişim dönemi boyunca maruz kaldıkları ortalama günlük sıcaklık değerleri [±Standart hata (aralık)]				Ölü pupa sayısı	Gelişim süresi (gün)
		T _{Maksimum} (°C)	T _{Minimum} (°C)	T _{Ortalama} (°C)	T _{DTR} (°C)		
Mayıs21	228	23.7 ±0.40 (19.1-26.2)	9.8 ±0.50 (6.1-14.6)	16.8 ±0.33 (14.0-19.8)	14.0 ± 0.69 (7.7-19.9)	17	4.3 ±0.05 (2.0-7.0)
Haziran21	225	26.4 ±0.71 (25.3-30.2)	17.0 ±0.57 (16.4-20.1)	21.6 ±0.57 (20.8-24.5)	9.4 ± 0.22 (8.7-10.5)	4	2.3 ±0.03 (2.0-3.0)
Temmuz21	288	30.8 ±0.23 (30.0-31.1)	22.3 ±0.98 (19.2-23.4)	27.0 ±0.64 (24.7-27.6)	8.5 ± 0.76 (7.7-11.1)	0	1.8 ±0.02 (1.0-3.0)
Ağustos21	287	29.3 ±0.42 (28.7-30.5)	18.9 ±0.89 (16.8-21.0)	24.5 ±0.47 (23.3-25.5)	10.4 ± 0.52 (9.5-11.9)	0	2.5 ±0.04 (2.0-4.0)
Eylül21	276	26.9 ±1.08 (20.0-30.1)	16.6 ±1.01 (8.0-19.8)	21.6 ±0.98 (14.4-22.8)	10.3 ± 0.74 (5.8-13.0)	5	2.9 ±0.02 (2.0-4.0)
Ekim21	285	18.4 ±0.41 (15.5-21.2)	11.4 ±0.78 (6.5-17.1)	14.7 ±0.50 (11.1-18.2)	7.0 ± 0.66 (3.3-11.4)	0	6.1 ±0.04 (5.0-9.0)
Kasım21_1	177	13.9 ±0.71 (6.3-20.2)	8.5 ±0.86 (-2.7-13.9)	10.9 ±0.79 (2.4-17.0)	5.4 ± 0.53 (2.2-13.5)	70	8.8 ±0.06 (8.0-10.0)
Kasım21_2	31	8.0 ±0.43 (1.7-12.1)	0.9 ±0.59 (-3.5-9.8)	4.1 ±0.48 (-0.4-10.7)	7.1 ± 0.48 (2.0-13.4)	31	Ergin çıkışı yok
Aralık21	Pupalaşma yok	12.0 ±0.06 (1.7-17.9)	6.9 ±0.06 (-3.5-12.5)	9.2 ±0.06 (-0.4-14.2)	5.1 ± 0.02 (1.2-13.5)	Pupalaşma yok	Ergin çıkışı yok
Ocak22	Pupalaşma yok	10.6 ±0.06 (1.7-17.9)	4.5 ±0.07 (-3.5-9.8)	7.1 ±0.06 (-0.4-12.0)	6.0 ± 0.03 (2.0-13.4)	Pupalaşma yok	Ergin çıkışı yok
Nisan22	261	18.8 ±0.46 (16.5-24.8)	10.1 ±0.44 (6.1-13.5)	13.8 ±0.44 (11.8-18.4)	8.7 ± 0.52 (4.3-13.3)	1	6.4 ±0.05 (4.0-8.0)
Mayıs22	283	24.1 ±1.04 (22.0-28.5)	14.2 ±0.75 (12.9-17.9)	19.2 ±0.80 (17.9-23.0)	9.9 ± 0.61 (8.8-12.8)	0	3.2 ±0.02 (2.0-4.0)
Haziran22	286	25.7 ±0.75 (23.8-29.8)	16.8 ±0.65 (15.9-20.0)	21.1 ±0.46 (20.1-23.3)	8.9 ± 0.77 (5.2-12.9)	0	2.5 ±0.03 (2.0-3.0)

Deneme gruplarında başlangıçta konulan 288 adet 1. instar larvadan meydana gelen dişilerin sayısı ve dişi çıkışına kadar akuatik formların maruz kaldıkları günlük maksimum sıcaklıkların ortalaması, günlük minimum sıcaklıkların ortalaması, günlük ortalama sıcaklıkların ortalaması, günlük sıcaklık aralıklarının (DTR) ortalaması ve dişi gelişim süreleri aşağıda verilmiştir (Tablo 3.17). En kısa dişi gelişim süresi Temmuz21 ve Ağustos21 deneme gruplarında sırasıyla 8.2 ve 9.6 olarak gözlenmiştir. En uzun dişi gelişim süresi ise Kasım21_1 deneme grubunda 38.9 gün olarak gözlenmiştir. Kasım21_2, Aralık21 ve Ocak22 deneme gruplarında tüm akuatik aşamalar ergin aşamasına erişmeden ölmüştür (Tablo 3.17).

Tablo 3.17: Dişi sivrisineklerin (total akuatik gelişim dönemi) gelişim süreleri ve maruz kaldıkları ortalama günlük sıcaklık değerleri

Deneme grupları	Çıkan dişi sayısı	Total akuatik gelişim dönemi boyunca (dişi çıkışına kadar olan) gelişim süreleri ve maruz kalınan ortalama sıcaklık değerleri [\pm Standart hata (aralık)]				
		T _{Maksimum} (°C)	T _{Minimum} (°C)	T _{Ortalama} (°C)	T _{DTR} (°C)	Gelişim süresi (gün)
Mayıs21	113	24.9 \pm 0.03 (19.1-31.1)	10.8 \pm 0.02 (6.1-16.8)	17.6 \pm 0.01 (14.0-22.7)	14.1 \pm 0.05 (5.5-19.9)	18.7 \pm 0.35 (14.0-38.0)
Haziran21	97	25.5 \pm 0.02 (23.2-30.2)	16.2 \pm 0.02 (14.0-20.1)	20.5 \pm 0.02 (17.0-24.5)	9.3 \pm 0.00 (5.6-11.1)	13.0 \pm 0.10 (11.0-15.0)
Temmuz21	141	31.9 \pm 0.01 (28.6-34.2)	21.0 \pm 0.01 (17.0-23.4)	26.7 \pm 0.01 (23.4-27.6)	10.9 \pm 0.00 (7.7-14.8)	8.2 \pm 0.04 (8.0-10.0)
Ağustos21	137	30.3 \pm 0.00 (28.7-31.9)	19.3 \pm 0.01 (16.8-21.8)	24.9 \pm 0.00 (23.3-26.8)	11.0 \pm 0.01 (9.5-13.3)	9.6 \pm 0.04 (9.0-10.0)
Eylül21	132	26.6 \pm 0.01 (20.0-30.1)	16.6 \pm 0.01 (8.0-19.8)	21.3 \pm 0.01 (14.4-22.8)	10.0 \pm 0.01 (5.8-12.6)	12.4 \pm 0.07 (11.0-19.0)
Ekim21	125	19.6 \pm 0.01 (15.5-22.9)	12.6 \pm 0.01 (6.5-17.1)	15.8 \pm 0.01 (11.1-18.2)	7.0 \pm 0.00 (2.2-11.4)	23.2 \pm 0.10 (22.0-29.0)
Kasım21_1	65	15.4 \pm 0.01 (6.6-20.2)	9.6 \pm 0.00 (2.1-15.4)	12.2 \pm 0.01 (4.8-17.0)	5.8 \pm 0.01 (1.7-12.5)	38.9 \pm 0.13 (37.0-42.0)
Kasım21_2	0	12.7 \pm 0.08 (1.7-20.2)	7.2 \pm 0.05 (-3.5-14.0)	9.8 \pm 0.05 (-0.4-17.0)	5.7 \pm 0.01 (1.2-13.5)	Ergin çıkışı yok
Aralık21	0	12.0 \pm 0.06 (1.7-17.9)	6.9 \pm 0.06 (-3.5-12.5)	9.2 \pm 0.06 (-0.4-14.2)	5.1 \pm 0.02 (1.2-13.5)	Ergin çıkışı yok
Ocak22	0	10.6 \pm 0.06 (1.7-17.9)	4.5 \pm 0.07 (-3.5-9.8)	7.1 \pm 0.06 (-0.4-12.0)	6.0 \pm 0.03 (2.0-13.4)	Ergin çıkışı yok
Nisan22	126	18.3 \pm 0.02 (9.3-24.8)	8.4 \pm 0.01 (1.8-13.5)	12.9 \pm 0.01 (7.3-18.4)	9.9 \pm 0.01 (3.4-14.1)	36.7 \pm 0.22 (33.0-48.0)
Mayıs22	138	23.3 \pm 0.01 (19.1-28.5)	11.8 \pm 0.01 (7.2-17.9)	17.6 \pm 0.01 (12.5-23.0)	11.5 \pm 0.01 (8.3-18.1)	16.8 \pm 0.04 (16.0-18.0)
Haziran22	147	27.0 \pm 0.01 (23.8-30.6)	17.6 \pm 0.00 (15.9-20.0)	21.9 \pm 0.01 (19.9-24.8)	9.4 \pm 0.01 (5.2-13.3)	10.3 \pm 0.04 (10.0-14.0)

Deneme gruplarında başlangıçta konulan 288 adet 1. instar larvadan meydana gelen erkeklerin sayısı ve erkek çıkışına kadar akuatik formların maruz kaldıkları günlük maksimum sıcaklıkların ortalaması, günlük minimum sıcaklıkların ortalaması, günlük ortalama sıcaklıkların ortalaması, günlük sıcaklık aralıklarının (DTR) ortalaması ve erkek gelişim süreleri aşağıda verilmiştir (Tablo 3.18). En kısa erkek gelişim süresi Temmuz21 ve Ağustos21 deneme gruplarında sırasıyla 8.0 ve 8.7 olarak gözlenmiştir. En uzun erkek gelişim süresi ise Kasım21_1 deneme grubunda 37.0 gün olarak gözlenmiştir. Kasım21_2, Aralık21 ve Ocak22 deneme gruplarında tüm akuatik aşamalar ergin aşamasına erişmeden ölmüştür (Tablo 3.18).

Tablo 3.18: Erkek sivrisineklerin (total akuatik gelişim dönemi) gelişim süreleri ve maruz kaldıkları ortalama günlük sıcaklık değerleri

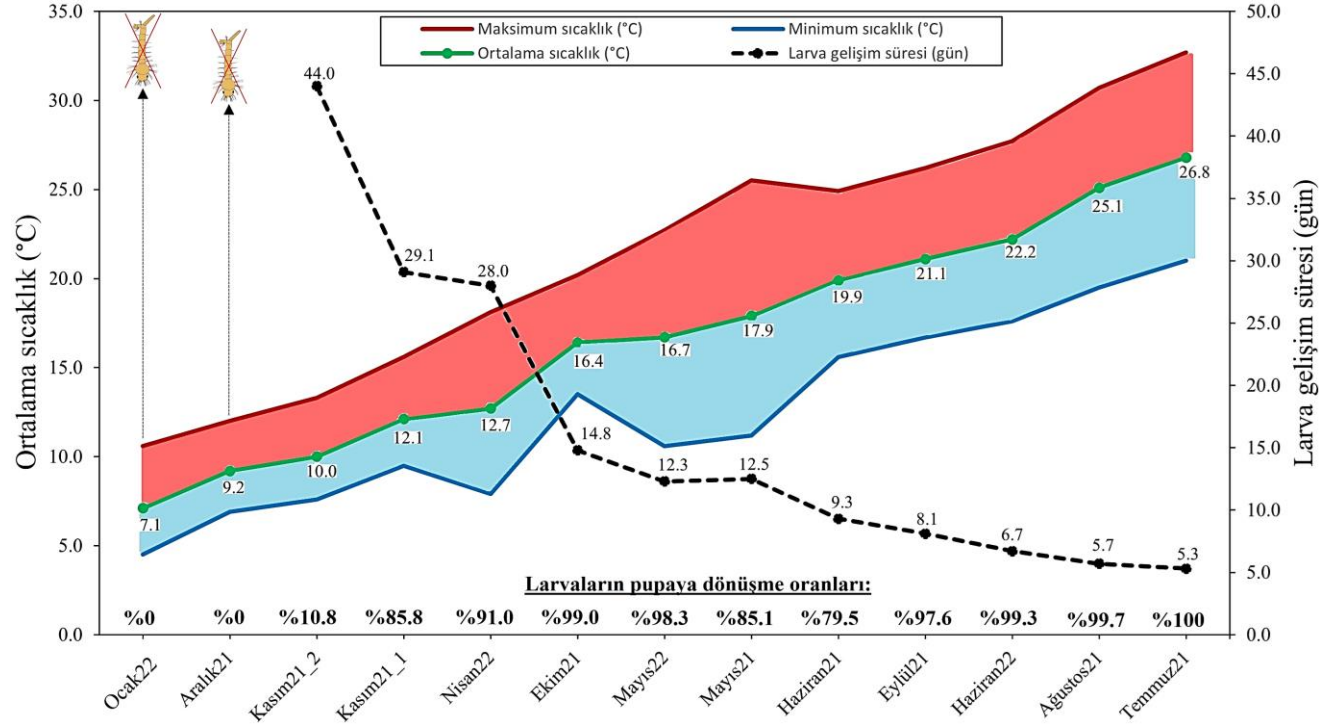
Deneme grupları	Çıkan erkek sayısı	Total akuatik gelişim dönemi boyunca (erkek çıkışına kadar olan) gelişim süreleri ve maruz kalınan ortalama sıcaklık değerleri [\pm Standart hata (aralık)]				Gelişim süresi (gün)
		T _{Maksimum} (°C)	T _{Minimum} (°C)	T _{Ortalama} (°C)	T _{DTR} (°C)	
Mayıs21	115	25.1 \pm 0.03 (20.3-31.1)	10.7 \pm 0.02 (6.1-15.4)	17.6 \pm 0.01 (14.0-22.7)	14.5 \pm 0.05 (7.7-19.9)	16.3 \pm 0.22 (12.0-27.0)
Haziran21	128	25.3 \pm 0.01 (23.2-30.2)	16.0 \pm 0.01 (14.0-20.1)	20.4 \pm 0.01 (17.0-25.0)	9.3 \pm 0.00 (5.6-11.1)	12.3 \pm 0.06 (11.0-16.0)
Temmuz21	147	32.0 \pm 0.00 (30.0-34.2)	21.1 \pm 0.00 (19.2-23.4)	26.7 \pm 0.00 (24.7-27.6)	10.9 \pm 0.00 (7.7-14.8)	8.0 \pm 0.02 (7.0-9.0)
Ağustos21	150	30.3 \pm 0.00 (28.7-31.9)	19.4 \pm 0.01 (16.8-21.8)	25.0 \pm 0.00 (23.3-26.8)	10.9 \pm 0.01 (9.5-13.3)	8.7 \pm 0.04 (8.0-10.0)
Eylül21	144	26.4 \pm 0.01 (24.5-30.1)	16.6 \pm 0.00 (13.2-18.9)	21.3 \pm 0.00 (19.1-22.8)	9.8 \pm 0.01 (5.8-13.0)	11.5 \pm 0.04 (11.0-13.0)
Ekim21	160	19.6 \pm 0.00 (15.5-22.9)	12.9 \pm 0.01 (6.5-17.1)	15.9 \pm 0.00 (11.1-18.2)	6.8 \pm 0.01 (2.2-11.4)	20.8 \pm 0.06 (20.0-27.0)
Kasım21_1	112	15.5 \pm 0.00 (11.9-20.2)	9.5 \pm 0.01 (2.1-15.4)	12.1 \pm 0.00 (6.7-17.0)	6.0 \pm 0.01 (1.7-12.5)	37.0 \pm 0.10 (34.0-39.0)
Kasım21_2	0	12.7 \pm 0.08 (1.7-20.2)	7.2 \pm 0.05 (-3.5-14.0)	9.8 \pm 0.05 (-0.4-17.0)	5.7 \pm 0.01 (1.2-13.5)	Ergin çıkışı yok
Aralık21	0	12.0 \pm 0.06 (1.7-17.9)	6.9 \pm 0.06 (-3.5-12.5)	9.2 \pm 0.06 (-0.4-14.2)	5.1 \pm 0.02 (1.2-13.5)	Ergin çıkışı yok
Ocak22	0	10.6 \pm 0.06 (1.7-17.9)	4.5 \pm 0.07 (-3.5-9.8)	7.1 \pm 0.06 (-0.4-12.0)	6.0 \pm 0.03 (2.0-13.4)	Ergin çıkışı yok
Nisan22	135	18.2 \pm 0.01 (9.3-23.3)	8.3 \pm 0.00 (1.8-12.6)	12.8 \pm 0.01 (7.3-17.0)	9.8 \pm 0.01 (3.4-14.1)	34.1 \pm 0.19 (31.0-42.0)
Mayıs22	145	23.2 \pm 0.00 (19.1-28.5)	11.6 \pm 0.01 (7.2-17.9)	17.4 \pm 0.01 (12.5-23.0)	11.5 \pm 0.00 (8.3-18.1)	16.1 \pm 0.03 (16.0-18.0)
Haziran22	139	27.0 \pm 0.01 (23.8-30.6)	17.6 \pm 0.00 (15.9-20.0)	22.0 \pm 0.00 (19.9-24.8)	9.4 \pm 0.01 (5.2-13.3)	10.1 \pm 0.03 (10.0-12.0)

Deneme gruplarında meydana gelen larva ölümlerinin sayısı ve ölü larvaların hayatta kalma periyodu boyunca maruz kaldıkları günlük maksimum sıcaklıkların ortalaması, günlük minimum sıcaklıkların ortalaması, günlük ortalama sıcaklıkların ortalaması, günlük sıcaklık aralıklarının (DTR) ortalaması ve ölü larvaların hayatta kalma süreleri aşağıda verilmiştir (Tablo 3.19). Aralık21 ve Ocak22 deneme gruplarında larvaların tümü pupa aşamasına erişmeden ölmüştür (Tablo 3.19).

Tablo 3.19: Ölü larvaların hayatta kalma süreleri ve hayatta kalma periyodu boyunca maruz kaldıkları ortalama günlük sıcaklık değerleri

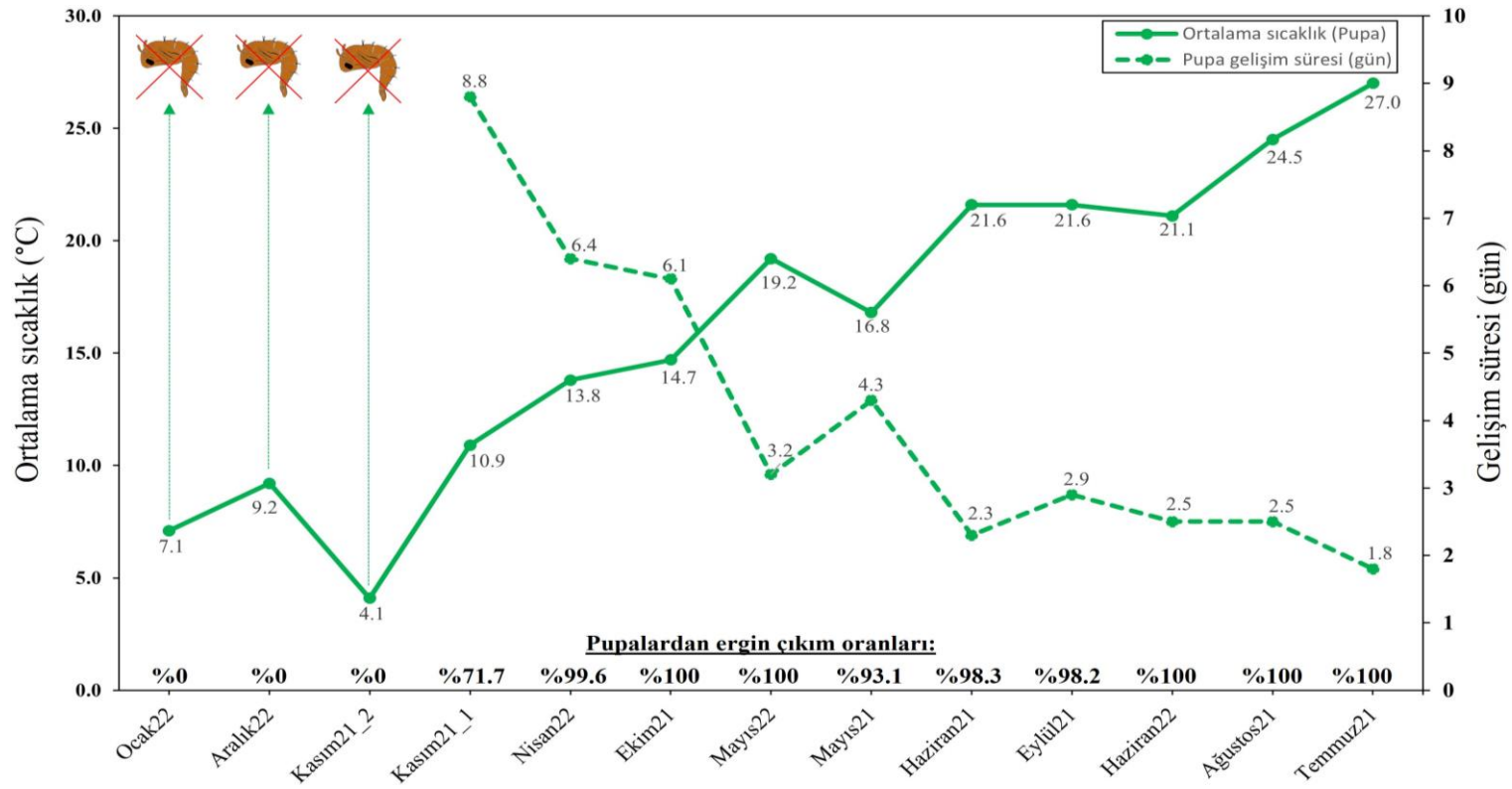
Deneme grupları	Ölü larva sayısı	Larvaların hayatta kalma periyodu boyunca maruz kaldıkları ortalama günlük sıcaklık değerleri [\pm Standart hata (aralık)]				Ölü larvaların hayatta kalma süresi
		T _{Maksimum} (°C)	T _{Minimum} (°C)	T _{Ortalama} (°C)	T _{DTR} (°C)	
Mayıs21	43	25.9 \pm 0.13 (20.3-31.1)	12.0 \pm 0.12 (6.1-16.8)	18.5 \pm 0.10 (14.0-22.7)	13.9 \pm 0.06 (5.5-19.9)	10.9 \pm 1.04 (5.0-32.0)
Haziran21	59	24.9 \pm 0.07 (23.2-30.2)	15.4 \pm 0.08 (14.0-20.1)	19.8 \pm 0.07 (17.0-25.0)	9.4 \pm 0.03 (5.6-11.1)	8.2 \pm 0.47 (3.0-17.0)
Temmuz21	Larva ölümü yok					
Ağustos21	1	30.3 \pm 0.00 (28.7-31.9)	19.2 \pm 0.00 (16.8-21.8)	24.9 \pm 0.00 (23.3-26.8)	11.1 \pm 0.00 (9.5-13.3)	10.0 \pm 0.00 (10.0-10.0)
Eylül21	7	25.8 \pm 0.16 (24.5-28.9)	17.0 \pm 0.22 (13.2-18.9)	21.1 \pm 0.11 (19.1-22.7)	8.8 \pm 0.30 (5.8-12.6)	6.1 \pm 0.80 (3.0-9.0)
Ekim21	3	20.6 \pm 0.38 (17.6-22.9)	12.9 \pm 0.21 (10.8-15.8)	16.3 \pm 0.03 (15.5-17.1)	7.7 \pm 0.59 (2.2-10.7)	7.3 \pm 1.67 (4.0-9.0)
Kasım21_1	41	16.1 \pm 0.12 (11.9-20.2)	10.2 \pm 0.19 (2.1-15.4)	12.7 \pm 0.17 (6.7-17.0)	5.9 \pm 0.08 (1.7-12.5)	16.0 \pm 1.14 (6.0-29.0)
Kasım21_2	257	13.0 \pm 0.03 (1.7-20.2)	7.4 \pm 0.04 (-3.5-14.0)	9.9 \pm 0.04 (-0.4-17.0)	5.6 \pm 0.01 (1.2-13.5)	34.4 \pm 0.65 (11.0-66.0)
Aralık21	288	12.0 \pm 0.06 (1.7-17.9)	6.9 \pm 0.06 (-3.5-12.5)	9.2 \pm 0.06 (-0.4-14.2)	5.1 \pm 0.02 (1.2-13.5)	17.2 \pm 0.26 (3.0-42.0)
Ocak22	288	10.6 \pm 0.06 (1.7-17.9)	4.5 \pm 0.07 (-3.5-9.8)	7.1 \pm 0.06 (-0.4-12.0)	6.0 \pm 0.03 (2.0-13.4)	11.2 \pm 0.14 (2.0-19.0)
Nisan22	26	17.5 \pm 0.11 (9.3-22.1)	7.5 \pm 0.15 (3.4-12.1)	12.0 \pm 0.08 (7.3-16.4)	10.0 \pm 0.18 (3.4-14.1)	10.0 \pm 1.08 (3.0-17.0)
Mayıs22	5	22.0 \pm 0.10 (19.1-24.8)	10.7 \pm 0.13 (7.2-13.5)	16.5 \pm 0.08 (12.5-18.4)	11.3 \pm 0.04 (8.3-12.9)	8.8 \pm 0.37 (8.0-10.0)
Haziran22	2	29.1 \pm 0.39 (25.6-30.6)	18.2 \pm 0.20 (16.4-19.8)	23.2 \pm 0.20 (21.6-24.8)	10.9 \pm 0.19 (9.2-13.3)	4.5 \pm 0.50 (4.0-5.0)

Tüm deneme grupları larva gelişim süresi açısından büyükten küçüğe doğru sıralandığında, soğuk aylardan sıcak aylara doğru gidildikçe larva gelişim süresinin kısaldığı görülmektedir. Aralık21 (ortalama sıcaklık 9.2 °C) ve Ocak22 (ortalama sıcaklık 7.1 °C) gruplarında tüm larvalar pupa aşamasına erişmeden ölmüştür. Bu çalışmayla, ortalama sıcaklık değerleri dikkate alındığında, tüm gruplarda literatürde ilk kez etkileyici bir şekilde oldukça kısa larva gelişim sürelerine ulaşılmıştır. Özellikle, Temmuz (ortalama sıcaklık 26.8 °C) ve Ağustos (ortalama sıcaklık 25.1 °C) aylarında gözlenen 6 günün altındaki larva gelişim süreleri doğal koşullar altında pupalaşmanın çok hızlı bir şekilde gerçekleştiğini göstermektedir (Şekil 3.16; Tablo 3.15).



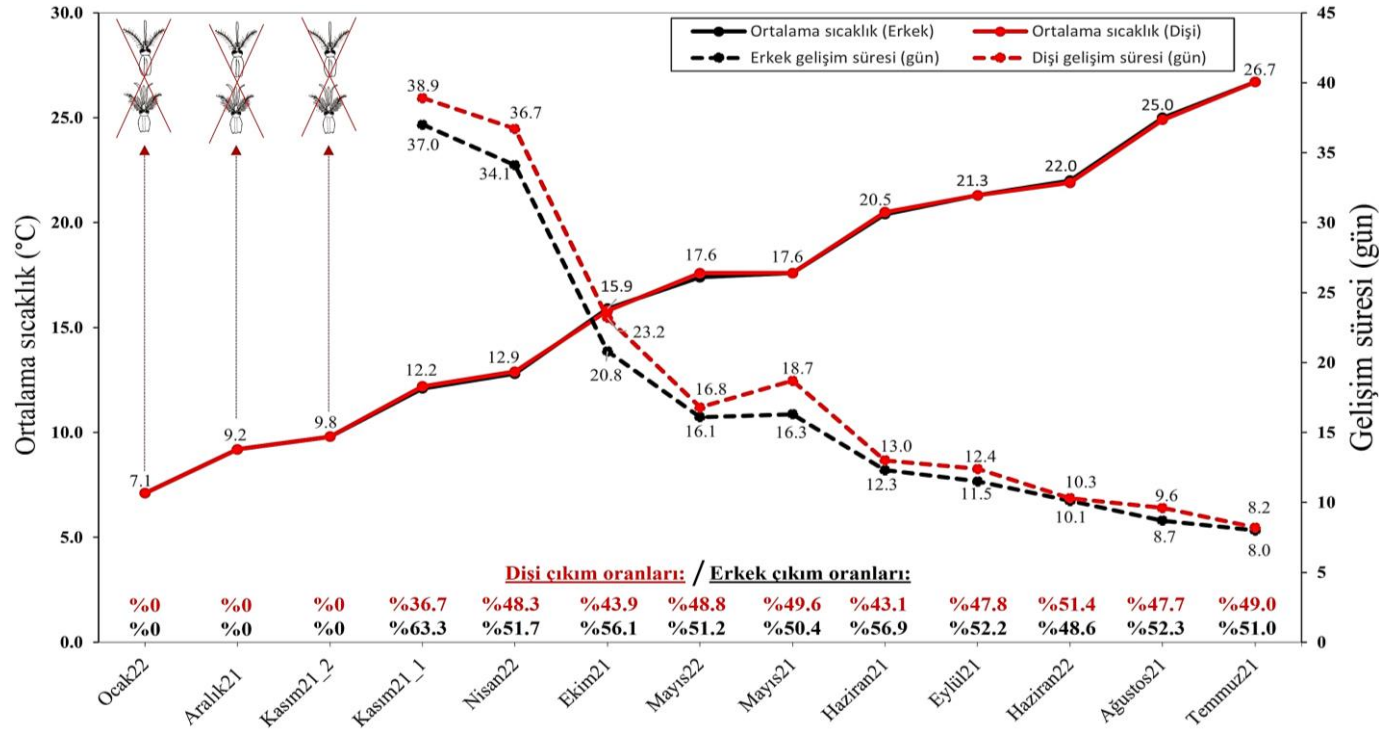
Şekil 3.16: Deneme gruplarında larva gelişim süresi ve ortalama sıcaklık arasındaki ilişki

Tüm deneme grupları pupa gelişim süresi açısından büyükten küçüğe doğru sıralandığında, soğuk aylardan sıcak aylara doğru gidildikçe pupa gelişim süresinin kısaldığı görülmektedir. Tüm gruplarda pupa gelişim süresinin larva gelişim süresinden oldukça kısa olduğu görülmüştür. Aralık21 (ortalama sıcaklık 9.2 °C) ve Ocak22 (ortalama sıcaklık 7.1 °C) gruplarında tüm larvalar pupa aşamasına geçmeden ölürken, Kasım21_2 (ortalama sıcaklık 4.1 °C) grubunda az sayıda larva pupa aşamasına erişebilmesine rağmen erkek ve dişi çıkışı gerçekleşmemiştir (Şekil 3.17; Tablo 3.16).



Şekil 3.17: Deneme gruplarında pupa gelişim süresi ve ortalama sıcaklık arasındaki ilişki

Tüm deneme grupları erkek ve dişi gelişim süresi açısından büyükten küçüğe doğru sıralandığında, soğuk aylardan sıcak aylara doğru gidildikçe gelişim süresinin kısaldığı görülmektedir. Ortalama sıcaklık değerinin 10 °C'nin altında seyrettiği Aralık21, Kasım21_2 ve Ocak22 gruplarında erkek ve dişi çıkışı gerçekleşmemiştir. Bu çalışmayla, ortalama sıcaklık değerleri dikkate alındığında, tüm gruplarda literatürde ilk kez etkileyici bir şekilde oldukça kısa erkek ve dişi gelişim sürelerine ulaşılmıştır. Özellikle, Temmuz21 (ortalama sıcaklık 26.7 °C) grubunda 8 gün civarında gerçekleşen erkek ve dişi çıkım süresi, doğada sivrisinek yaşam döngüsünün oldukça kısa bir sürede tamamlandığını göstermektedir (Şekil 3.18; Tablo 3.17-18).



Şekil 3.18: Deneme gruplarında dişi ve erkek gelişim süresi ve ortalama sıcaklık arasındaki ilişki

Pearson korelasyon analizi sonuçlarına göre, tüm deneme grupları birlikte değerlendirildiğinde (toplam 2724 larva), maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık değerleri ile larva gelişim süresi arasında çok kuvvetli, negatif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır ($p<0.01$). Korelasyon katsayıları maksimum sıcaklık için $r: -0.891$, minimum sıcaklık için $r: -0.834$ ve ortalama sıcaklık için -0.886 olarak hesaplanmıştır. DTR (günlük sıcaklık aralığı) ile larva gelişim süresi arasında zayıf, negatif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır ($p<0.01$). Korelasyon katsayısı DTR için $r: -0.480$ olarak hesaplanmıştır. Buna göre, sıcaklık değerleri arttıkça, larva gelişim süresi azalmaktadır (Tablo 3.20).

Tüm deneme grupları birlikte değerlendirildiğinde (toplam 1375 erkek birey), maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık değerleri ile erkek gelişim süresi arasında çok kuvvetli, negatif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır ($p<0.01$). Korelasyon katsayıları maksimum sıcaklık için $r: -0.919$, minimum sıcaklık için $r: -0.852$ ve ortalama sıcaklık için -0.908 olarak hesaplanmıştır. DTR ile erkek gelişim süresi arasında zayıf, negatif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır ($p<0.01$). Korelasyon katsayısı DTR için $r: -0.461$ olarak hesaplanmıştır. Buna göre, sıcaklık değerleri arttıkça, erkek gelişim süresi azalmaktadır (Tablo 3.20).

Tüm deneme grupları birlikte değerlendirildiğinde (toplam 1221 dişi birey), maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık değerleri ile erkek gelişim süresi arasında çok kuvvetli, negatif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır ($p<0.01$). Korelasyon katsayıları maksimum sıcaklık için $r: -0.912$, minimum sıcaklık için $r: -0.861$ ve ortalama sıcaklık için -0.906 olarak hesaplanmıştır. DTR ile erkek gelişim süresi arasında zayıf, negatif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır ($p<0.01$). Korelasyon katsayısı DTR için $r: -0.383$ olarak hesaplanmıştır. Buna göre, sıcaklık değerleri arttıkça, dişi gelişim süresi azalmaktadır (Tablo 3.20).

Larva/erkek/dişi gelişim sürelerinin maksimum, minimum, ortalama sıcaklık değerleri ile 0.01 anlamlılık düzeyinde kuvvetli negatif korelasyon gösterdiği saptanmıştır. Larva/erkek/dişi gelişim sürelerinin DTR sıcaklık değerleri ile 0.01 anlamlılık düzeyinde zayıf negatif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir. Ancak, larva/erkek/dişi gelişim süresi üzerindeki maksimum, minimum, ortalama sıcaklık ve DTR'nin etkilerin derecesi birbirinden farklılık göstermektedir ve deneme gruplarında bu etkilerin dereceleri değişlik göstermiştir (Tablo 3.20).

Tablo 3.20: Sıcaklık değerleri ile larva, erkek ve dişilerin gelişim süresi arasındaki Pearson korelasyon katsayıları

Denemeler	Larva				Erkek				Dişi						
	n	Günlük sıcaklık değerleri (r)				n	Günlük sıcaklık değerleri (r)				n	Günlük sıcaklık değerleri (r)			
		T _{Maksimum} (°C)	T _{Minimum} (°C)	T _{Ortalama} (°C)	T _{DTR} (°C)		T _{Maksimum} (°C)	T _{Minimum} (°C)	T _{Ortalama} (°C)	T _{DTR} (°C)		T _{Maksimum} (°C)	T _{Minimum} (°C)	T _{Ortalama} (°C)	T _{DTR} (°C)
Mayıs21	245	-.948(**)	-.626(**)	-.719(**)	.154(*)	115	-.912(**)	.878(**)	.402(**)	-.920(**)	113	-.914(**)	.900(**)	-.426(**)	-.922(**)
Haziran21	229	.892(**)	.990(**)	.986(**)	-.388(**)	128	.933(**)	.953(**)	.994(**)	.596(**)	97	.962(**)	.970(**)	.995(**)	.742(**)
Temmuz21	288	-.997(**)	.949(**)	-.991(**)	-.996(**)	147	-.966(**)	-.936(**)	-.983(**)	-.013	141	-.996(**)	-.985(**)	-.996(**)	.360(**)
Ağustos21	287	-.987(**)	-.981(**)	-.969(**)	.748(**)	150	-.285(**)	.749(**)	.834(**)	-.850(**)	137	-.970(**)	-.992(**)	-.972(**)	.975(**)
Eylül21	281	.905(**)	.572(**)	.916(**)	.934(**)	144	.997(**)	-.219(**)	.976(**)	.965(**)	132	.208(*)	-.761(**)	-.266(**)	.550(**)
Ekim21	285	-.830(**)	.667(**)	.237(**)	-.900(**)	160	-.042	-.962(**)	-.611(**)	.873(**)	125	-.995(**)	-.900(**)	-.970(**)	.256(**)
Kasım21_1	247	-.030	-.199(**)	-.027	.011	112	-.610(**)	.884(**)	.850(**)	-.929(**)	65	-.927(**)	-.163	-.527(**)	-.981(**)
Kasım21_2	31	-.882(**)	.905(**)	-.436(*)	-.952(**)										
Nisan22	262	.808(**)	.878(**)	.907(**)	-.594(**)	135	.913(**)	.452(**)	.835(**)	.923(**)	126	.982(**)	.914(**)	.963(**)	.942(**)
Mayıs22	283	.545(**)	.988(**)	.862(**)	-.910(**)	145	.947(**)	.994(**)	.997(**)	-.994(**)	138	.985(**)	.998(**)	.994(**)	-.986(**)
Haziran22	286	-.959(**)	-.914(**)	-.945(**)	-.955(**)	139	-.901(**)	.972(**)	-.868(**)	-.950(**)	147	-.789(**)	.956(**)	-.789(**)	-.843(**)
Total	2724	-.891(**)	-.834(**)	-.886(**)	-.480(**)	1375	-.919(**)	-.852(**)	-.908(**)	-.461(**)	1221	-.912(**)	-.861(**)	-.906(**)	-.383(**)

* Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır, ** Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır, r: Pearson korelasyon katsayısı, n: çalışılan örnek sayısı

Çoklu regresyon analizinde, F istatistiği modelin bir bütün olarak anlamlılığını ifade ederken, t istatistiği ise değişkenlerin ayrı ayrı anlamlı olup olmadıklarını belirtmektedir. B (Constant) değeri modelin ortaya koyduğu denklemin sabit terim değeridir. B₁ (t value; p), ortalama sıcaklık değişkenini betimlemektedir. B₁ değeri ortalama sıcaklığın bir birim artırıldığında larva/erkek/dişi gelişim süresinin etkileneceği değeri göstermektedir. Parantez içindeki t değeri, modele dahil edilen bu değer istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. B₂ (t value; p), DTR değişkenini betimlemektedir. B₂ değeri DTR'nin bir birim artırıldığında larva/erkek/dişi gelişim süresinin etkileneceği değeri göstermektedir. Parantez içindeki t değeri, modele dahil edilen bu değer istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Beta değeri, regresyon katsayısının standardize edilmiş halini temsil etmektedir ve bağımsız değişkenlerin (ortalama sıcaklık ve DTR) larva/erkek/dişi gelişim süresi üzerine görece önem sırasını vermektedir. Burada mutlak değerleri alınarak sıralama yapılmaktadır (DTR daha önemli bir bağımsız değişken olarak çıkmaktadır). Bu veriler ışığında denklem: Gelişim süresi (larva/erkek/dişi)=B+B₁*(ORT)+B₂*(DTR) şeklinde formüle edilmektedir. Çoklu regresyon analizi için bir dizi koşulun sağlanması gerekmektedir. Bağımsız değişkenler arasındaki korelasyon katsayısının 0.90'dan küçük olması gerektiğinden sadece ortalama sıcaklık ve DTR değişkeni kullanılmıştır. Condition Index (koşul indeksi) değeri 30'dan küçük olmalıdır. Bu durum bağımsız değişkenler arasında çoklu bağlantının olmadığını göstermektedir. Cook's D değeri 1'den, Mahalanobis değeri ise 15'den küçük olmalıdır. Standardize edilmiş değerler (bağımlı değişken) normal dağılım göstermelidir. Collinearity Statistics değerleri VF 10'dan küçük olmalıdır. Aksi takdirde, bağımsız değişkenler arasında çoklu bağlantı sorunu meydana çıkmaktadır. Tolerance değeri de aynı durumun teyidi için 0.1'den küçük olmalıdır (Kalaycı, 2010).

Tablo 3.21: Çoklu regresyon analizinin sonuçları

Parametre (Gelişim süresi)	Regresyon katsayıları					Model Özeti ANOVA			
	B (Sabit)	B ₁ (t değeri; P)	B ₂ (t değeri; P)	Beta (Ortalama sıcaklık)	Beta (DTR)	R	R ²	Kareler toplamı	F-değeri (P)
Larva	47.50	-0.42 (-11.42; <0.000)	-1.57 (-86.23; <0.000)	-0.111	-0.837	0.891*	0.794	170584.3	5241.75 (0.000*)
Erkek	57.49	-0.60 (-11.81; <0.000)	-1.79 (-73.67; <0.000)	-0.137	-0.856	0.917*	0.841	104871.4	3631.01 (0.000*)
Dişi	60.22	-0.49 (-8.04; <0.000)	-1.92 (-70.14; <0.000)	-0.100	-0.874	0.911*	0.831	97338.5	2985.97 (0.000*)

B₁ = Ortalama sıcaklık, B₂ = DTR / *, Tahmin: (Sabit), Ortalama sıcaklık, DTR

Larva gelişim süresindeki değişimin %79'u modele dahil ettiğimiz ortalama sıcaklık ve DTR değişkenlerinin ortak etkisi tarafından açıklanmaktadır. Anova tablosundaki 5241.75 F değeri, modelin bir bütün olarak her düzeyde anlamlı olduğunu göstermektedir (p:0.000). B₁ değeri (-0.42) ortalama sıcaklıkta meydana gelebilecek 1 °C'lik artışın larva gelişim süresini 0.42 gün kısaltacağını öngörmektedir. B₂ değeri (-1.57) DTR'de meydana gelebilecek 1 °C'lik artışın larva gelişim süresini 1.57 gün kısaltacağını öngörmektedir (Tablo 3.21).

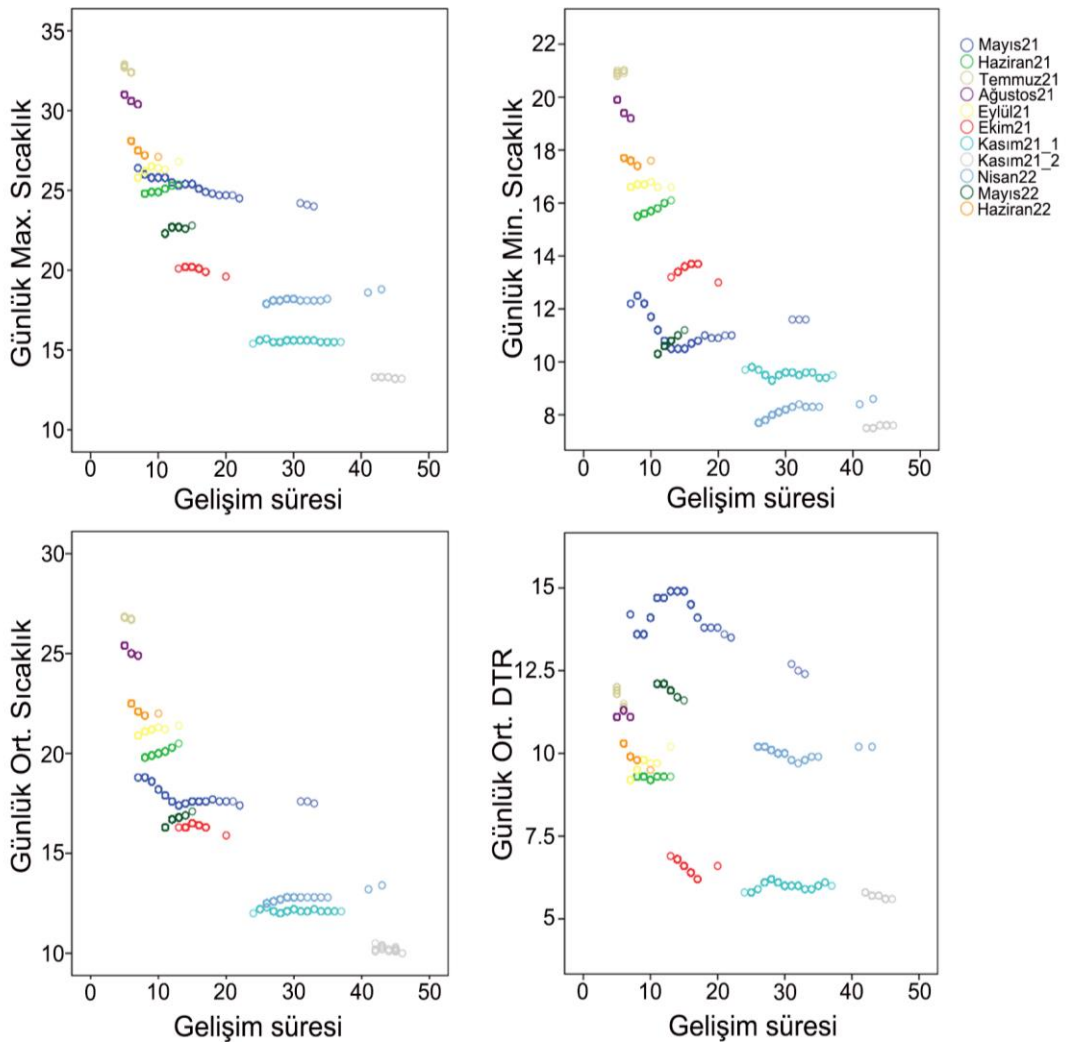
Erkek gelişim süresindeki değişimin %84'ü modele dahil ettiğimiz ortalama sıcaklık ve DTR değişkenlerinin ortak etkisi tarafından açıklanmaktadır. Anova tablosundaki 3631.01 F değeri, modelin bir bütün olarak her düzeyde anlamlı olduğunu göstermektedir (p:0.000). B₁ değeri (-0.60) ortalama sıcaklıkta meydana gelebilecek 1 °C'lik artışın erkek gelişim süresini 0.60 gün kısaltacağını öngörmektedir. B₂ değeri (-1.79) DTR'de meydana gelebilecek 1 °C'lik artışın erkek gelişim süresini 1.79 gün kısaltacağını öngörmektedir (Tablo 3.21).

Dişi gelişim süresindeki değişimin %83'ü modele dahil ettiğimiz ortalama sıcaklık ve DTR değişkenlerinin ortak etkisi tarafından açıklanmaktadır. Anova tablosundaki 2985.97 F değeri, modelin bir bütün olarak her düzeyde anlamlı olduğunu göstermektedir (p:0.000). B₁ değeri (-0.49) ortalama sıcaklıkta meydana gelebilecek 1 °C'lik artışın dişi gelişim süresini 0.49 gün kısaltacağını öngörmektedir. B₂ değeri (-1.92) DTR'de meydana gelebilecek 1 °C'lik artışın dişi gelişim süresini 1.92 gün kısaltacağını öngörmektedir (Tablo 3.21).

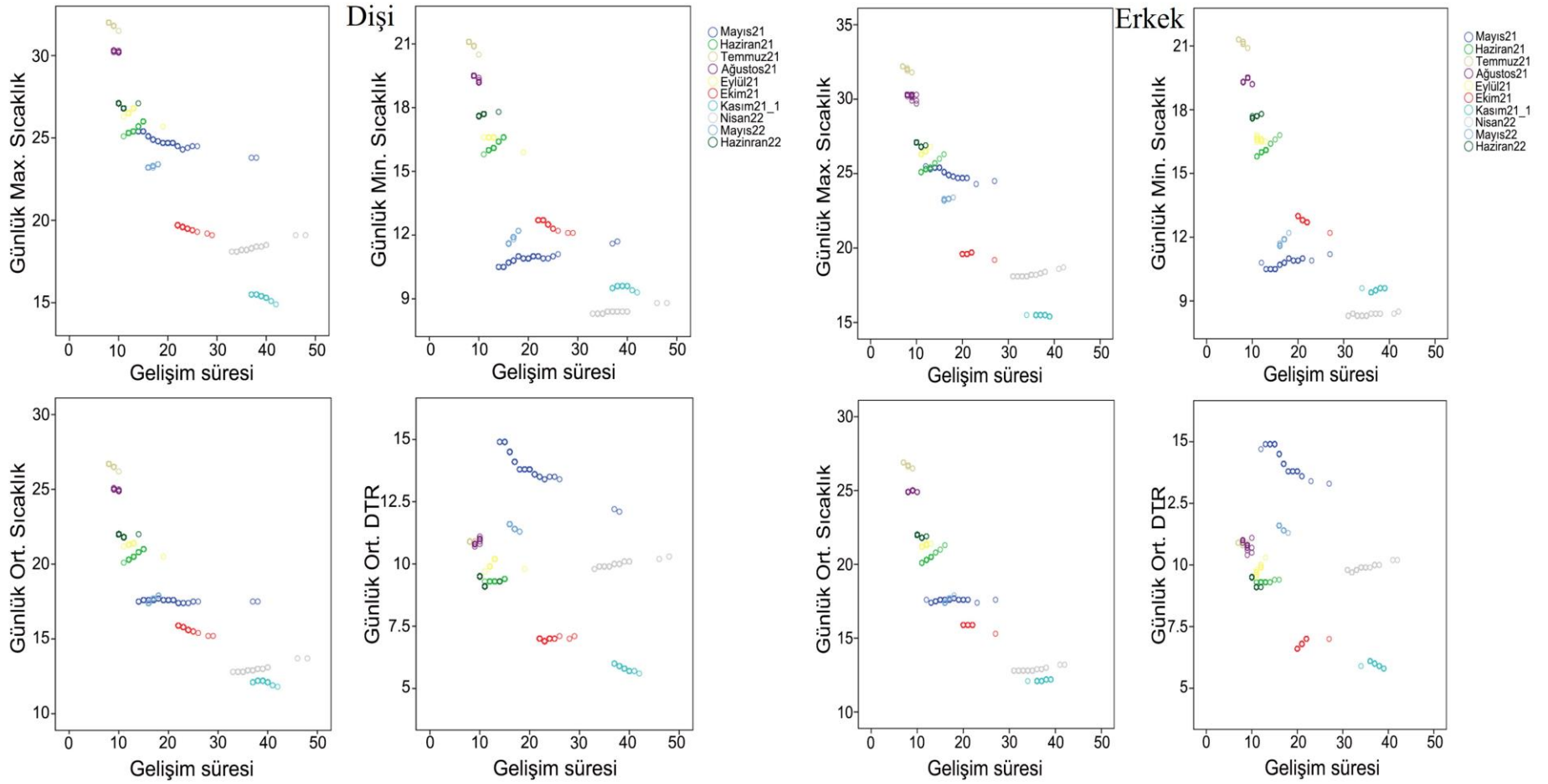
Çoklu regresyon analizinin sonucunda, ortalama sıcaklığın en çok erkek gelişim süresi üzerinde etkili olduğunu, ardından larva ve dişi gelişim sürelerinin geldiği gösterilmiştir. DTR'nin ortalama sıcaklıktan daha etkili olduğu ve özellikle dişi gelişim hızı üzerinde etkili olduğu, ardından sırasıyla erkek ve larva gelişim hızı üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Ortalama sıcaklık ve DTR, çalışmada gözlenen gelişim süresinin genel özelliklerini %84'e varan bir etkinlikte açıklamaktadır (Tablo 3.21).

Denemelerdeki ortalama periyodik sıcaklık değerleri ile ortalama gelişim süresi arasındaki korelasyon paterni, çalışma boyunca çok kesin bir seyir izlemiştir. Sıcaklık değerlerine verilen tepkinin şiddeti aylara göre değişmekle birlikte, ortalama termal değerlerdeki 1 °C'lik değişim bile çoğunlukla ortalama periyodik gelişim süresine yansımıştır. Gelişim süresi deneme gruplarındaki larvaların arasında farklılık göstermektedir ve bu bireyler arası varyasyon, soğuk mevsimde dramatik seviyelere ulaşmıştır (Şekil 3.19-20). Aynı ortamda

gelişen, aynı dış koşullara maruz kalan larvalardaki gelişim süresine ait varyete günlük maksimum, minimum, ortalama sıcaklık değerleri ve DTR ile ilişkili olarak hem larva gelişim süresinde hem de total dişi ve erkek gelişim sürelerinde açıkça gözlenmiştir ve bu varyasyon larva (Şekil 3.19), dişi ve erkek (Şekil 3.20) saçılım grafiklerine doğrudan yansımıştır. İlginç bir şekilde, bir denemenin içsel varyasyonu çok yüksek olsa bile, grup ortalaması, belirli bir örüntüde ilerleyen denemeler arasındaki kesin seyri engellemeyecek aralıklar içinde olmaktadır. Diğer bir deyişle, varyeteler, termal tepki açısından belli bir değere sahip pluripotent bir kaynaktan dağılmış gibi görünmektedir ve bu varyetelerin ortalaması, hemen hemen o kaynak değerini vermektedir. Bütün bunlar, *Cx. pipiens*'in, temel bir rastgeleleştirme yerine son derece karmaşık bir yolla bireyler arası varyete sunduğunu düşündürmektedir.



Şekil 3.19: Maruz kalınan sıcaklık değerlerine göre larva gelişim sürelerinin dağılımı



Şekil 3.20: Maruz kalınan sıcaklık değerlerine göre dişi ve erkek gelişim sürelerinin dağılımı

Ortalama sıcaklık değerleri ile gelişim süresi ilişkisinin aylara göre değişip değişmediğinin belirlenmesi amacıyla, her bir ayın beklenen gelişim süresi değeri, diğer aylardaki sıcaklık ile süre arasındaki negatif korelasyon değerleri esas alınarak hesaplanmıştır. Normal koşullarda sıcaklık ile süre arasındaki negatif ilişkinin teorik olarak hem beklenen hem de gözlenen değerler açısından aynı çıkması beklentisinin ne derecede ve özellikle hangi aylarda ne yönde değiştiği, dolayısıyla da total larva, dişi ve erkek gelişim süresinde sıcaklığa olan tepkinin aydan aya nasıl değiştiği ortaya konulmuştur (Tablo 3.22).

Tablo 3.22: Dişi, erkek ve larvalarda ortalama sıcaklık değerlerine göre beklenen gelişim süresi değerleri

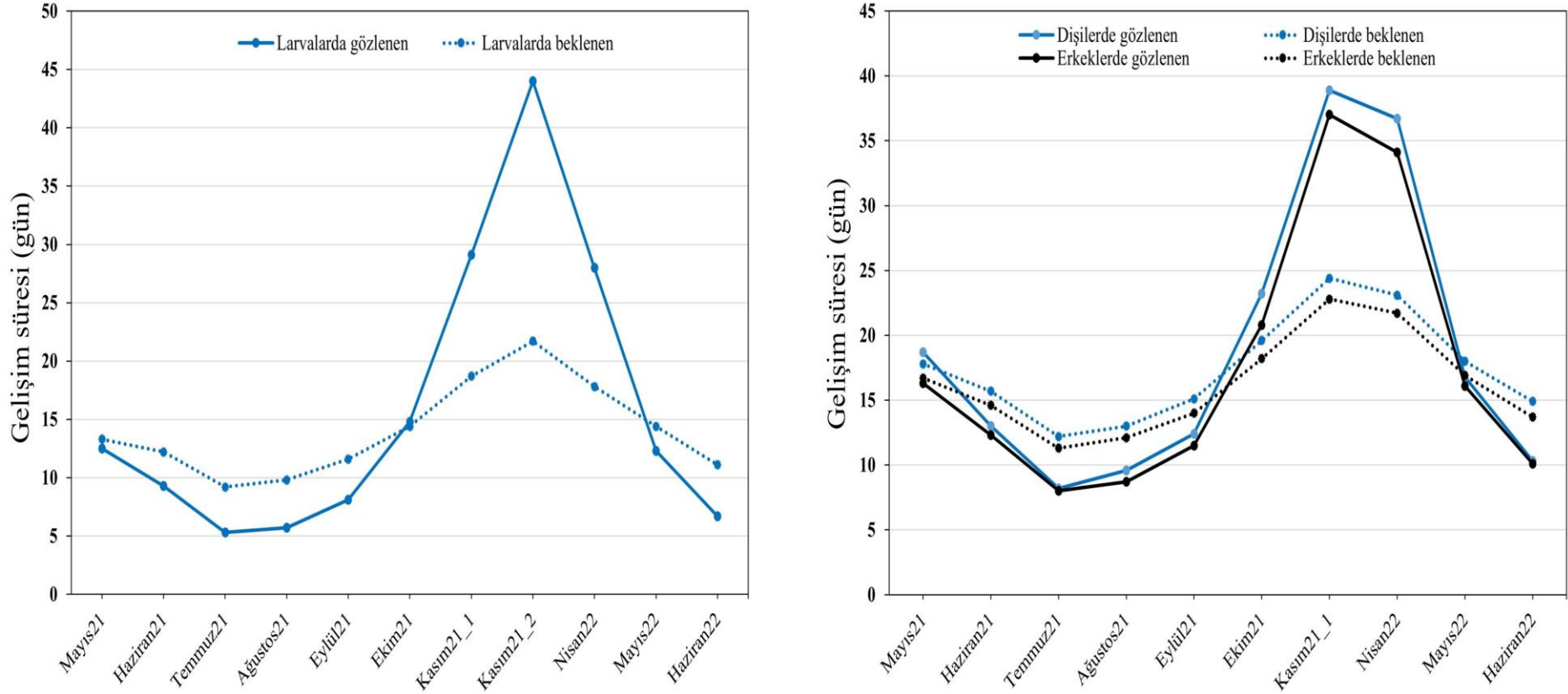
Dişi sivrisineklerde ortalama sıcaklığa göre hesaplanan beklenen gelişim süresi değerleri											
Beklenen gelişim süresi hesaplamalarında kriter alınan denemeler											
Beklenen Değerleri Hesaplanan Denemeler	Gerçek gelişim süresi	Mayıs21	Haziran21	Temmuz21	Ağustos21	Eylül21	Ekim21	Kasım21_1	Nisan22	Mayıs22	Haziran22
Mayıs21	18.7	18.7	15.1	12.4	13.6	15.0	20.8	27.0	26.9	16.8	12.8
Haziran21	13.0	16.1	13.0	10.7	11.7	12.9	17.9	23.2	23.1	14.4	11.0
Temmuz21	8.2	12.3	10.0	8.2	9.0	9.9	13.7	17.8	17.7	11.1	8.4
Ağustos21	9.6	13.2	10.7	8.8	9.6	10.6	14.7	19.1	19.0	11.9	9.1
Eylül21	12.4	15.5	12.5	10.3	11.2	12.4	17.2	22.3	22.2	13.9	10.6
Ekim21	23.2	20.8	16.9	13.9	15.1	16.7	23.2	30.0	30.0	18.7	14.3
Kasım21_1	38.9	27.0	21.8	17.9	19.6	21.6	30.0	38.9	38.8	24.2	18.5
Nisan22	36.7	25.5	20.7	17.0	18.5	20.5	28.4	36.8	36.7	22.9	17.5
Mayıs22	16.8	18.7	15.1	12.4	13.6	15.0	20.8	27.0	26.9	16.8	12.8
Haziran22	10.3	15.0	12.2	10.0	10.9	12.1	16.7	21.7	21.6	13.5	10.3
Erkek sivrisineklerde ortalama sıcaklığa göre hesaplanan beklenen gelişim süresi değerleri											
Beklenen gelişim süresi hesaplamalarında kriter alınan denemeler											
Beklenen Değerleri Hesaplanan Denemeler	Gerçek gelişim süresi	Mayıs21	Haziran21	Temmuz21	Ağustos21	Eylül21	Ekim21	Kasım21_1	Nisan22	Mayıs22	Haziran22
Mayıs21	16.3	16.3	14.3	12.1	12.4	13.9	18.8	25.4	24.8	15.9	12.6
Haziran21	12.3	14.1	12.3	10.5	10.7	12.0	16.2	21.9	21.4	13.7	10.9
Temmuz21	8.0	10.7	9.4	8.0	8.1	9.2	12.4	16.8	16.3	10.5	8.3

Tablo 3.22 (devam)

Ağustos21	8.7	11.5	10.0	8.5	8.7	9.8	13.2	17.9	17.5	11.2	8.9	
Eylül21	11.5	13.5	11.8	10.0	10.2	11.5	15.5	21.0	20.5	13.2	10.4	
Ekim21	20.8	18.0	15.8	13.4	13.7	15.4	20.8	28.2	27.5	17.6	14.0	
Kasım21_1	37.0	23.7	20.7	17.7	18.0	20.2	27.3	37.0	36.1	23.2	18.4	
Nisan22	34.1	22.4	19.6	16.7	17.0	19.1	25.8	35.0	34.1	21.9	17.4	
Mayıs22	16.1	16.5	14.4	12.3	12.5	14.1	19.0	25.7	25.1	16.1	12.8	
Haziran22	10.1	13.0	11.4	9.7	9.9	11.1	15.0	20.4	19.8	12.7	10.1	
Larvalarda ortalama sıcaklığa göre hesaplanan beklenen gelişim süresi değerleri												
Beklenen gelişim süresi hesaplamalarında kriter alınan denemeler												
Beklenen Değerleri Hesaplanan Denemeler	Gerçek gelişim süresi	Mayıs21	Haziran21	Temmuz21	Ağustos21	Eylül21	Ekim21	Kasım21_1	Kasım21_2	Nisan22	Mayıs22	Haziran22
Mayıs21	12.5	12.5	10.3	7.9	8.0	9.5	13.6	19.7	24.6	19.9	11.5	8.3
Haziran21	9.3	11.2	9.3	7.1	7.2	8.6	12.2	17.7	22.1	17.9	10.3	7.5
Temmuz21	5.3	8.3	6.9	5.3	5.3	6.4	9.1	13.1	16.4	13.3	7.7	5.6
Ağustos21	5.7	8.9	7.4	5.7	5.7	6.8	9.7	14.0	17.5	14.2	8.2	5.9
Eylül21	8.1	10.6	8.8	6.7	6.8	8.1	11.5	16.7	20.9	16.9	9.7	7.0
Ekim21	14.8	13.6	11.3	8.7	8.7	10.4	14.8	21.5	26.8	21.7	12.5	9.1
Kasım21_1	29.1	18.5	15.3	11.7	11.8	14.1	20.1	29.1	36.4	29.4	17.0	12.3
Kasım21_2	44.0	22.4	18.5	14.2	14.3	17.1	24.3	35.2	44.0	35.6	20.5	14.9
Nisan22	28.0	17.6	14.6	11.2	11.3	13.5	19.1	27.7	34.6	28.0	16.2	11.7
Mayıs22	12.3	13.4	11.1	8.5	8.6	10.2	14.5	21.1	26.3	21.3	12.3	8.9
Haziran22	6.7	10.1	8.3	6.4	6.4	7.7	10.9	15.9	19.8	16.0	9.3	6.7

Her deneme grubu için, negatif korelasyon kullanılarak diğer denemelerin ortalama sıcaklık ve gelişim süresi arasındaki korelasyona dayalı olarak tahmini gelişim süresi değerleri hesaplanmıştır. Karşılaştırmalı analiz, gözlenen değerlerin daha sıcak aylarda yapılan denemelerde tahmin edilen değerlerden daha kısa, daha soğuk aylarda ise daha uzun olduğunu ve bu eğilimin tüm akuatik evreler için geçerli olduğunu göstermiştir. Uç örnekler olarak, Temmuz21 deneme grubunda dışının gelişim süresi için gözlenen değer 8.2 gün iken beklenen değer 12.2, Kasım21_1 deneme grubunda ise gözlenen değer 38.9 gün iken beklenen değer 24.4 gün olarak belirlenmiştir (Tablo 3.22; Şekil 3.21). Sonuç olarak, larvalardaki

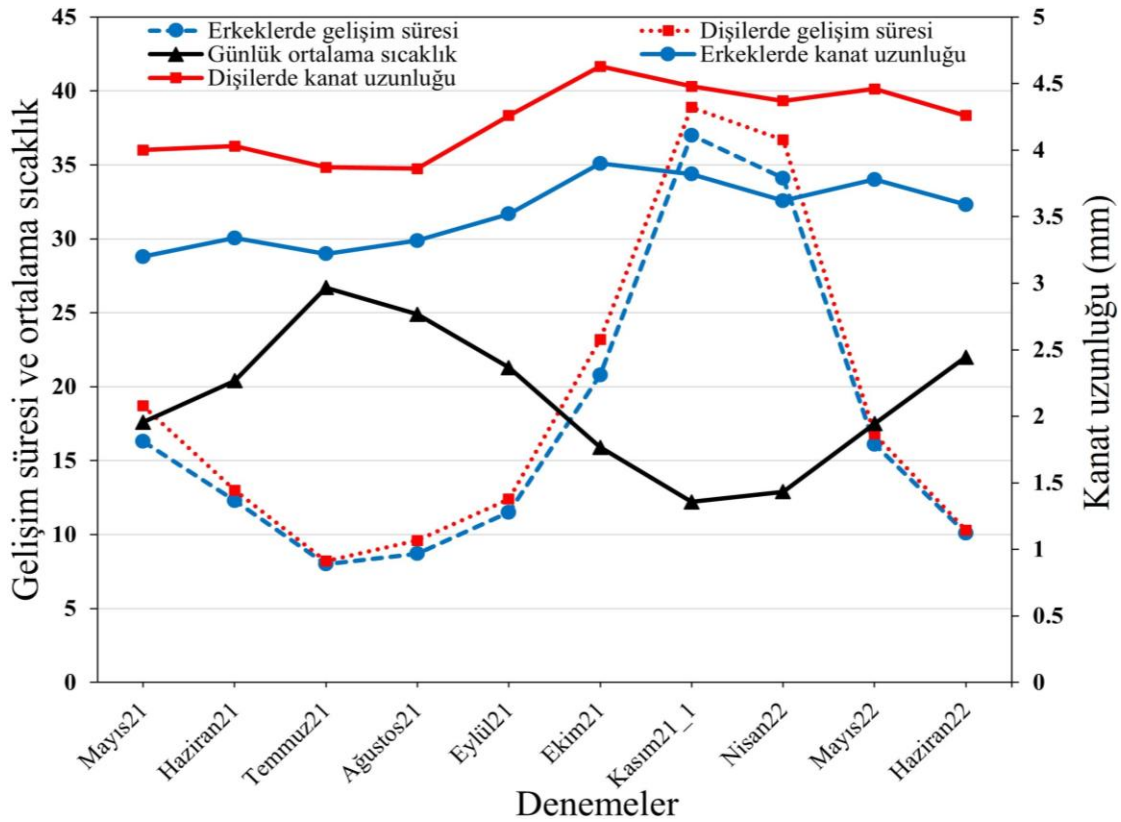
gelişim süresi yaz döneminde beklenenden daha kısa, kış döneminde ise beklenenden daha uzun olarak saptanmıştır. Aynı durum, total erkek ve dişi gelişim süresinin sıcaklığa tepkisi noktasında da gözlenmiştir (Tablo 3.22; Şekil 3.21).



Şekil 3.21: Larva, dişi ve erkek sivrisineklerin gözlenen ve beklenen gelişim süreleri

3.4 Kanat Uzunluğu

Çalışma boyunca, ortaya çıkan ergin sivrisineklerde ölçülen ortalama kanat uzunluğu dişilerde 4.22 ± 0.2 (3.30-4.80) mm, erkeklerde 3.53 ± 0.2 (2.83-4.11) mm olarak belirlenmiştir. Artan ortam sıcaklıklarıyla birlikte kanat uzunluğu azalmaktadır. En uzun kanatlar Ekim ve Kasım ayında, en kısa kanatlar ise Temmuz ve Ağustos aylarında kaydedilmiştir (şekil 3.22). Mayıs21, Haziran21, Temmuz21, Ağustos21, Eyll21, Ekim21, Kasım21_1, Nisan22, Mayıs22 ve Haziran22 deneme gruplarında ölçülen 30 adet dişi bireyin kanat uzunlukları ortalaması sırasıyla, 4.01 ± 0.03 (3.70-4.21), 4.03 ± 0.04 (3.30-4.30), 3.87 ± 0.01 (3.72-4.02), 3.86 ± 0.02 (3.47-4.08), 4.26 ± 0.03 (3.97-4.52), 4.63 ± 0.02 (4.40-4.80), 4.48 ± 0.01 (4.38-4.63), 4.37 ± 0.02 (4.19-4.65), 4.46 ± 0.01 (4.22-4.58) ve 4.26 ± 0.01 (4.10-4.39) iken, ölçülen 30 adet erkek bireyin kanat uzunlukları ortalaması ise sırasıyla 3.20 ± 0.04 (2.83-3.80), 3.34 ± 0.03 (2.91-3.81), 3.22 ± 0.01 (3.08-3.35), 3.32 ± 0.02 (3.05-3.47), 3.52 ± 0.02 (3.13-3.69), 3.90 ± 0.01 (3.76-4.11), 3.82 ± 0.02 (3.63-4.04), 3.62 ± 0.03 (3.28-3.85), 3.78 ± 0.01 (3.62-3.87) ve 3.59 ± 0.02 (3.41-3.79) mm olarak saptanmıştır (şekil 3.22).



şekil 3.22: Deneme gruplarında ortaya çıkan dişi ve erkeklerin kanat uzunlukları ve maruz kalınan periyodik sıcaklık değerleri

4. TARTIŞMA

Bu çalışma, *Cx. pipiens* türünün larva, pupa ve erginlerinin gelişim dönemi boyunca maruz kaldıkları günlük maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık değerleri ile gelişim süresi arasında negatif bir korelasyon olduğunu ortaya koymuştur ve bu korelasyon bir yıl boyunca tutarlı bir şekilde devam etmiştir (Tablo 3.14-18; Tablo 3.20; Şekil 3.16-18). Aslında, bu tür bir korelasyon sivrisineklerde iyi bir şekilde belgelenmiştir. Örneğin, laboratuvar koşullarında 10 ile 30 °C arasında farklı sabit sıcaklık değerlerinde yetiştirilen *Cx. pipiens* (Loetti vd., 2011; Kassim vd., 2012; Ciota vd., 2014; Kiarie-Makara vd., 2015) ve *Cx. quinquefasciatus*'ta (Rueda vd., 1990; Ukubuiwe vd., 2018) larva çıkışından ergin çıkışına kadar geçen toplam gelişim süresi çoğunlukla 8 ile 40 gün arasında belirlenmiştir. Ancak bu gelişim sürelerinin, ortalama sıcaklık değerleri dikkate alındığında, mevcut çalışmada gözlenen gelişim sürelerinden yaklaşık %30-40 daha uzun olduğu görülmektedir. Bu farklılık bazı biyolojik ve ekolojik gerçeklerle açıklanabilmektedir. Örneğin, doğal sivrisinek popülasyonlarının, sürekli değişen doğal koşulların etkisi altında sürekli olarak edinilen olası potansiyel uyumun olası desteğiyle, zorlu koşullarda laboratuvar kolonilerinden daha verimli gelişeceği bilinmektedir (Ciota vd., 2014). Ayrıca, daha önce gösterildiği gibi, günün bir bölümünde maruz kalınan olumsuz sıcaklık değerlerinin geciktirici etkisi, diğer yarısındaki sıcaklıklarla kompanse edilebilmektedir (Joshi, 1996; Colinet vd., 2015; Colinet vd., 2016; Ma ve Yuan, 2021). Bu durum, larvaların fizyolojik homeostazı dengelemesini ve böylece daha başarılı bir şekilde gelişmesini sağlamaktadır. Mevcut çalışmada açık bir şekilde gösterildiği gibi (Tablo 3.15-18; Tablo 20), bazı DTR değerlerinin, DTR'nin ortalamasına ve arthropodun gelişim eşiklerine yakınlığına bağlı olarak, sivrisineklerde daha kısa gelişim ve performans artışına yol açabileceği bilinmektedir (Martin ve Huey, 2008; Colinet vd., 2015; Paaajmans vd., 2010; Spanoudis vd., 2019). Ayrıca, günün bir bölümünde büyümeyi geciktiren veya en aza indiren sıcaklıkların etkisiyle larvalarda olası bir fizyolojik yenilenme meydana gelebilmektedir. Bu tazelenme durumu, larvaların günün diğer saatlerinde uygun sıcaklıkların etkisiyle kısa sürede günlük gelişimlerinin büyük bir bölümünü karşılamalarını sağlayabilmektedir. Aslında, "dinlenme" ve "ortalamadan daha hızlı gelişme" ardışıklığı ile karakterize edilebilecek böyle bir günlük ritme evrimsel bir adaptasyonun geliştirilmiş olması, doğada sürekli bir ritim deneyimleyen poikilotermik böcekler için şaşırtıcı bir durum teşkil etmemektedir.

Culex spp.'de ergin öncesi aşamalarda gelişim hızı çoğunlukla yaklaşık 28-30 °C'ye kadar artarken, bu sıcaklık değerlerinin üzerinde genellikle hız sabit kalmakta veya yavaşlamakta ve artan sıcaklıkların etkisiyle hayatta kalma olumsuz yönde ciddi şekilde etkilemektedir (Shelton, 1973; Rueda vd., 1990; Loetti vd., 2011; Dodson vd., 2012; Ciota vd., 2014; Ruybal vd., 2016; Ukubuiwe vd., 2018; Spanoudis vd., 2019). Bununla birlikte, bu çalışmada, akuatik formlar, özellikle Temmuz ve Ağustos aylarında birkaç gün boyunca öğle saatlerinde 34.2 °C'ye varan yüksek sıcaklıklara maruz kalmalarına rağmen, ölçülen özellikler açısından (gelişim süresi ve hayatta kalma oranı) herhangi bir olumsuz sonuç kaydedilmemiştir. Aksine, en kısa gelişim süresi ve en yüksek hayatta kalma oranı bu aylarda kaydedilmiştir (Tablo 3.15-18; Şekil 3.15). Ayrıca, analizimiz, çalışmada ölçülen sıcaklık değerleri ile gelişim üzerinde termal strese neden olabilecek olası eşik arasında hala belirli bir marj olduğunu ortaya koymaktadır (Şekil 3.21; Tablo 3.22). Bu durum, maruziyetin günün sadece bir kısmıyla sınırlı olmasıyla ilişkilendirilebilir. Ancak, birkaç saat, hatta daha kısa süre optimum derecelerin üzerinde veya altında sıcaklıklara maruz kalmanın, böceklerde çeşitli metabolik süreçleri kesintiye uğratabileceği ve hatta yaşamı tehdit edebileceği iyi bilinmektedir (Chen vd., 2018; Teets vd., 2020). Görünüşe göre, DTR'nin olumsuz sıcaklıkların yarattığı hasarlar üzerindeki fizyolojik ve biyokimyasal onarım etkileri (Colinet vd., 2015) ve termal stresin zararlı etkisinin tedavi edilmesindeki rolü çok önemli görünmektedir. Minimum günlük sıcaklıkların, günlük maksimum sıcaklıklardan daha fazla artmasının muhtemel olduğu, bunun sonucunda günlerin 24 saatlik termal döngülerinin genel olarak düzleşeceği ve dolayısıyla, daha küçük DTR değerlerine yol açılacağı bildirilmektedir (Lobell vd., 2007; Wang ve Dillon, 2014). Böylesi bir gece ısınmasının böceklerde sıcak günlerin zararlı etkilerini şiddetlendirebileceği belirtilmektedir (Sgrò vd., 2016). *Cx. pipiens* için de aynı akıbeti tahmin etmek mümkündür, ancak bu iddiayı kesin olarak kanıtlamak için geleceğe yönelik tahmin edilen DTR değerlerinin, tahmin edilen termal artışı telafi etmeye yeterli olup olmayacağına doğru bir şekilde belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Gerçekten de analizlerimiz, bu çalışmada zorlu alt sıcaklık limitlerine ulaşıldığını göstermektedir. Ancak üst termal eşik ile bu çalışmada ölçülen üst sıcaklık değerleri arasında hala bir miktar marj olduğu gözükmemektedir. Çalışmada ölçülen üst sıcaklık değerlerinde gelecekte belirli bir seviyeye kadar olabilecek bir artışın, yine de *Cx. pipiens*'in akuatik aşamadaki gelişimini olumsuz etkilemeyeceği öngörülebilmektedir (Şekil 3.21; Tablo 3.22).

Sonuçlar, *Cx. pipiens*'in akuatik aşamalarının, DTR'nin termal stresi tedavi edici etkileri gibi bazı faktörlerden dolayı, çoğunlukla Güneş ışığına doğrudan maruz kalmayan veya çok az maruz kalan ve su ortamı sayesinde herhangi bir nem yoksunluğuna maruz kalmayan gölgelik alanlarda bulunan konteynerde (Vezzani ve Albicocco, 2009), tahmin edilen küresel sıcaklık artışının olumsuz etkisinden büyük ölçüde uzak durabileceğini göstermektedir (Colinet vd., 2015). Ancak çalışmamız, önceki çalışmalarla tutarlı olarak, artan ortam sıcaklığı değerlerinin ortaya çıkan erginlerde kanatların kısılmasına neden olduğunu ortaya açıkça koymaktadır (Rueda vd., 1990; Dodson vd., 2012; Kassim vd., 2012; Ciota vd., 2014) (Şekil 3.22). Kanat uzunluğu ve dolayısıyla vücut boyutu, sivrisineklerde kan emme başarısını (Nasci, 1986), hayatta kalmayı (Day vd., 1990), doğurganlığı (Briegel, 1990), uçuş mesafelerini (Nayar ve Sauerman, 1970), yumurta üretimini (Reisen, 1975), vektöriyel kapasitesini ve vektöriyel potansiyelini (Day vd., 1990; Alto vd., 2008) etkilemektedir. Sonuçlarımız, sıcaklıktaki öngörülen artışın *Cx. pipiens*'in akuatik aşamalarının gelişimini olumsuz etkilemeyeceğini gösterse de (Şekil 3.21; Tablo 3.22), kanat uzunluklarını etkileyerek akuatik formlar aracılığıyla bile popülasyon dinamiklerini etkileyebileceğini göstermektedir.

Hem gelişim süresinin hem de hayatta kalma oranının, gelişim dönemlerinde maruz kalınan sıcaklık değerleriyle çalışma boyunca monoton bir şekilde ilişkili olduğu gözlemlenmiştir. Ancak, her ayın ortalama periyodik sıcaklık değerleri ve ilgili biyolojik parametrelerin ortalama değerleri arasında bir ilişki kurulduğunda, söz konusu ilişkinin, dolayısıyla sıcaklığın biyolojik parametrelere olan etkisinin genellikle bütün denemelerde benzer bir etki değeriyle kendini gösterdiği, fakat bu ilişki değerinin değişen derecelerde de olsa hafif bir doğrusal olmayan durum sergilediği belirlenmiştir (Şekil 3.15-18). Doğada sivrisinek-sıcaklık ilişkisindeki böylesine sürekli ve karmaşık bir değişim, bazen bir gün içinde zorlu termal uç noktalar arasında salınabilen sıcaklık değerlerindeki mevsimsel, günlük ve hatta saatlik değişimler göz önüne alındığında, sivrisineklerin bir dizi çevresel zorluklar karşısında uyum güçlerini (fitness) korumak için olasılıkla sürekli olarak sergiledikleri çevreye uyum çabaları gerçekten de doğal ortamda beklenen sonuç olarak gözükmektedir. Böceklerde, akut ölümcül olmayan derecelerde, dakikalar ile saatler arasında olan kısa soğuğa maruz kalmaların bile, hemen hemen sonraki soğuğa maruz kalmanın hasar verici etkisine veya ölümcüllüğüne karşı, böceklere anında koruma sağlayabilen hızlı bir soğuk sürece uyma yeteneği sağlayabileceği gösterilmiştir (Lee vd., 1987; Teets vd., 2020). Ayrıca, günler, haftalar ve hatta aylar içinde gerçekleşen uzun süreli soğuğa alışma (cold

acclimatization), özellikle artan yoğunlukta tekrarlayan soğuğa günlük maruz kalmalarla gerçekleşirse daha etkili dirençle sonuçlanabilmektedir (Jing ve Le, 2004; Noh vd., 2017; Teets vd., 2020). Soğuk sertliğinin (cold hardiness) koruyucu etkileri, gelişim aşamaları arasında, ergin öncesi aşamalar ve erginler arasında bile yansıtılabilmektedir ve bir dereceye kadar nongenetik kalıtım mekanizmaları yoluyla birden fazla nesil boyunca kalıcı olabilmektedir (Burggren, 2015; Cavieres vd., 2019). Bununla birlikte, soğuk sertliği sırasındaki fizyolojik başarılar, bir ödünleşim (trade-off) yoluyla bir maliyet olarak ısı stresine duyarlılığı artırabilmektedir (Overgaard ve Sørensen, 2008). Tüm bu gerçekler, mevcut çalışmada bazı doğrusal olmayan durumlar için bariz açıklamalar sunmaktadır. Aralık ve Ocak aylarında kurulan deneme gruplarındaki larvalar yoğunlukla iki hafta içinde ölmüş olsa da, Kasım21_2 grubunun bazı dördüncü instar larvaları Şubat ayının ortasına kadar hayatta kalmıştır (Şekil 3.8-10). Diğer akuatik aşamalara kıyasla soğuk stresine daha hassas bir aşama olduğu bilinen 4. instar larvaların, bu denli uzun süre hayatta kalması, soğuk sertliğinin gelişim süreci üzerindeki etkileyici etkisini açıkça göstermektedir (Loetti vd., 2011; Kassim vd., 2012).

Bu çalışma, aylık değişen sıcaklık rejimi ve DTR'nin etkisi altında kazanılan soğuk sertliğinin, yılın soğuk döneminde larval dönemde hayatta kalımı etkili bir şekilde artırdığını açıkça göstermiştir (Şekil 3.8; Tablo 3.15; Tablo 3.19). Ancak, bu muhteşem etkinin gücü, kış aylarındaki gelişim sırasında zaman zaman dondurucu sıcaklıklara maruz kalan bazı larvalarda daha uzun süre hayatta kalma sağlarken, Aralık ayı ortalarından itibaren hiçbir larva, pupa aşamasına geçememiştir (Tablo 3.19; Şekil 3.7-9). Gerçekten de soğuğa maruz kalmanın ilginç bir ikili sonucuna daha önce işaret edilmiştir (Colinet vd., 2015). Normalde soğuk sertleşmesini (cold hardening) teşvik eden belirli mekanizmalar, özellikle uzun süreli, şiddetli ve düzensiz soğuğa maruz kalma durumlarında geri tepebilmektedir ve iyileşme çabası ile hücresel homeostaz arasındaki basit ödünleşim, hayatta kalmayı azaltabilmektedir (Colinet vd., 2015). Telafi edilebilir termal seviyelerin üzerindeki durumlarda, bazı faktörlerin bu etkiden sorumlu olduğu gösterilmiştir. Bu faktörlere, soğuk kaynaklı kalsiyum birikmesi, aşırı potasyum birikmesi, hiperkalemi, hücre zarının kimyasal bileşimindeki anormallikler, soğukta sertleşmeye (hardening) dahil olan bazı moleküllerin aşırı birikimi ve apoptotik mekanizmada soğuk kaynaklı düzensizliklerin oluşması örnek olarak verilebilmektedir (Bayley vd., 2018; Teets vd., 2020; Overgaard vd., 2021). Bu homeostatik bozukluğun etkisinin metabolik hızdaki artışlar sırasında elbette daha belirgin olması beklenmektedir. Bu tutulum, bu çalışmada daha soğuk aylarda dalgalı dönemlerde sıcaklığın

arttığı günlerde (Kasım21_2, Aralık21 ve Ocak22 deneme grupları) daha sık görülen bazı ölümleri açıklayabilmektedir (Şekil 3.8-10). Çok hassas bir şekilde dengelenmiş bir kalsiyum metabolizması ve apoptoz mekanizması, tam başkalaşım (metamorfoz) geçiren böceklerde larva-pupa-ergin geçişi sırasında meydana gelen dokuların yeniden modellenmesi süreçleri için büyük önem arz etmektedir (Tettamanti ve Casartelli, 2019). Bu gerçek, soğuk dönemde uzun süre hayatta kalan 4. instar larvaların neden çoğunlukla pupa aşamasına geçişlerinden hemen önce son dönemlerde öldüğünü anlamlı kılmaktadır (Şekil 3.8-10).

Bu çalışmada, Kasım ayı sonunda kurulan Kasım21_2 deneme grubuna ait bazı ergin öncesi aşamalar, periyodik günlük ortalama maksimum 11.2 °C, minimum 4.6 °C ve ortalama 7.5 °C sıcaklık değerlerine maruz kalarak 81 güne (yaklaşık 3 ay) kadar uzun bir süre boyunca hayatta kalmıştır (Şekil 3.8). Özellikle, günlük minimum değerlerde gerçekleşmesi beklenen küresel sıcaklık artışı, Teksas'ta *Cx. quinquefasciatus* için ileri sürüldüğü gibi, *Cx. pipiens* için de gelecekte kış boyunca dinamiğini sürdürebilmesine fırsat tanıyabileceği ihtimalini açığa çıkarmaktadır (Benner vd., 2018). *Cx. pipiens*, ergin dişi formunda daha kısa fotofazlar ve daha düşük sıcaklıkların neden olduğu bir diyapozda kışı geçirmektedir, ancak bu isteğe bağlı diyapoz, yalnızca sıcaklığı uygun seviyelere yükselterek geri döndürülebilmektedir (Spielman ve Wong, 1973; Madder vd., 1983; Field vd., 2022). Türün bu özelliği, kış üreme dinamiğinin devam etmesi için yardımcı olabilecek bir durum olarak gözükmektedir. Aşırı uç değerler arasındaki termal dalgalanmalarla karakterize edilmesi beklenen insan kaynaklı iklim değişikliği (Vasseur vd., 2014; Williams vd., 2016), *Cx. pipiens* için beklenen kış dinamikleri için bir meydan okumaya dönüşebilir. Kışı geçirme sürecinde, erginlerin görece olarak esnek kışlama mekanizması bir fırsat sunabilir ve bir sıcak hava dalgası sırasında ortaya çıkan dişiler bir sonraki soğuk hava dalgasını atlama için geçici bir diyapoz içerisine girebilirler. Özellikle metabolik düzeyde bireylerde (Overgaard ve Sørensen, 2008) veya genetik bazda türlerde (Wang ve Dillon, 2014; Gerken vd., 2015), soğuğa ve sıcağa tolerans arasındaki ödünleşim olasılığı göz önüne alındığında, soğuğa dayanıklı bireylerin olası seçiminin, türler için ısınan dünyada başka bir olası engel olduğu varsayılabilir. Bununla birlikte, soğuğa dayanıklılık böceklerde esas olarak genetik bir potansiyelle ilişkilendirilse de periyodik ve akut termal streslerle başa çıkmak için böcekler çoğunlukla genetik olmayan metabolik veya fizyolojik mekanizmalar (Cavieres vd., 2019; Teets vd., 2020) veya epigenetik mekanizmalar (McCaw vd., 2020) kullanılmaktadırlar. Bu bilgi, olası seçilimin, muhtemelen bireyler arasındaki herhangi bir metabolik varyasyona dayanacağını, koşullu

periyodik bir tepki olarak gelişeceğini ve yakın gelecekte gen havuzlarını önemli ölçüde etkilemeyeceğini göstermektedir. Aslında, *Cx. pipiens* herhangi bir termal bozulmaya karşı hızlı bir genetik tepkiye sahip olsaydı, doğanın sürekli değişken ve öngörülemeyen sıcaklık rejiminin baskısı altında çoktan soyu tükenmiş bir tür durumuna gelmiş olurdu.

Çalışma, aynı sıcaklık rejiminin etkisi altında, bardaklarda yetiştirilen larvalarda ve plastik yetiştirme kaplarında yetiştirilen kardeş larvalarda, tüm aylarda karşılaşılan ve özellikle soğuk mevsimde kendini gösteren, bireyler arası çarpıcı bir varyasyon ortaya koymaktadır (Tablo 3.14; Şekil 3.19-20; Tablo A.1; Tablo B.1-12). Bildiğimiz kadarıyla sivrisineklerde kardeşler arası bireysel varyete hakkında herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Çevresel faktörlerin ve hibridizasyonun, popülasyonlar içinde ve popülasyonlar arasında, mutasyon ve epimutasyona neden olarak veya genomik veya epigenomik potansiyellerin rekombinasyonunu sağlayarak fenotipik varyasyonun ortaya çıkmasında yer alan temel itici güçler olduğu bilinmektedir. *Cx. pipiens*'in bu biyolojik prensibi ve bazı biyolojik ve davranışsal özellikleri (Clements, 1993), kardeşler içinde bireyler arası varyasyona ilişkin bazı göstergeler sağlamaktadır. Monoandrik bir tür olan *Cx. pipiens*'te dişiler bir kez çiftleşmektedir, bu nedenle tüm kardeşlerin ebeveynleri aynı durumdadır. Yumurtaların gelişimi, gonadotropik döngü sırasında eşzamanlı olarak gerçekleşmektedir. Her döngünün sonunda, ortalama yaklaşık 100 yumurta bir kerede, genellikle dakikalar içinde, yumurta paketleri şeklinde ve genellikle bir kaptaki birkaç litre suya bırakılmaktadır. Larvalar neredeyse aynı anda, çoğunlukla dakikalar içinde yumurtadan çıkmaktadır. Hem bakteri ve diğer askıda kalmış organik partikülleri süzerek beslenen larvalar hem de beslenmeyen pupalar son derece hareketlidir ve suda hızlı hareket edebilmektedir. Böylece, kabın her yerinde aynı şekilde aynı şartlara maruz kalmaktadırlar (Clements, 1993). Tüm bu genetik, gelişimsel ve koşulsal benzerliklere rağmen, kardeş larvalar içinde bireyler arası çeşitliliğin ortaya çıkması, çevresel faktörlerin bu fenomenden birincil veya tek sorumlu olma ihtimalini şüpheli kılmaktadır (Tablo A.1; Tablo B.1-12). Bir çalışmada, *Cx. quinquefasciatus*'un aynı sıcaklıklarda yetiştirilen farklı dişilerine ait larva grupları arasında gelişim hızı açısından önemli bir tür içi varyasyon gösterilmiştir. Yumurtalarda embriyo gelişimi sırasında maruz kalınan sıcaklık değerlerindeki farkın, bu varyasyonun varlığında önemli bir etken olduğu ortaya çıkmıştır (Kokkin vd., 2012). Ancak, bu çalışma gruplar arasındaki stres kaynaklı varyasyona ve çevresel stresin aşamalar arası yansımalarına iyi bir örnek sunarken, kardeşler içinde bireyler arası varyasyon ile ilgili bir veri sağlamamaktadır.

Böcek gelişimi hakkında bazı güncel bilgiler, *Cx. pipiens*'in biyolojik özellikleri ve çalışma sonuçlarımız birlikte, bireyler arası varyetenin büyük ölçüde gametogenez kadar erken bir dönemde temellerinin oluşturulduğunu ve bireyin yaşamının geri kalanında çevresel faktörleri de içeren bazı faktörlerin etkisi altında gerçekleştiğini göstermektedir. Holometabol böceklerde, germ hattı kök hücrelerinin başlangıçtaki asimetrik mitotik bölünmeleri ve buna bağlı olarak, bazı komplike moleküler mekanizmalar tarafından yönlendirilen anneden kalıtılan determinant moleküllerin eşit olmayan dağıtımı, gametlerin spesifikasyonunun/farklılaşmasının belirlenmesinden sorumlu olmaktadır (Panagopoulos, 2012; McLaughlin ve Bratu, 2015; Riparbelli vd., 2021). Embriyogenezde, ergin öncesi dönemlerde ve bir dereceye kadar ergin döneminde ortaya çıkan gametogenezin geri kalan aşamaları sırasında, başlangıçta indüklenen hücreler, kapsamlı epigenetik yeniden programlama ve fizyolojik ve stres kaynaklı apoptoz yoluyla sürekli bir seçilime tabi tutulmaktadır. Çevresel dalgalanmalar, stres kaynaklı bu hücre ölümünde çok önemli bir rol oynamaktadır. Sonuç olarak, türe özgü genomik altyapının etkisi altında ortaya çıkan ilk gametosit çeşitliliğinin nihai karakterizasyonunda çevresel faktörler özel bir önem arz etmektedir (Panagopoulos, 2012; Nguyen vd., 2019; Richard vd., 2021). Bu mekanizma, çevresel etmenler tarafından indüklenen plastik tepkilerin, sonraki aşamalara ve nesillere genetik olmayan aktarımı ve dolayısıyla, çalışmada kaydedilen dondurucu günlük sıcaklık değerleri ile daha soğuk dönemlerde ergin öncesi aşamaların etkileyici bir şekilde hayatta kalmaları durumu için iyi bir açıklama sağlamaktadır (Şekil 3.7-10).

Kardeşler arası bireysel varyetenin, *Cx. pipiens*'in doğal popülasyonlarında monoton olarak indüklenen bir termal tepkisi olması, konservatif olarak kalıtsal bir genetik potansiyele işaret etmektedir. Ayrıca, bardaklardaki deneme gruplarında, larvaların ortalama periyodik sıcaklık değerleri ile ortalama gelişim süreleri arasındaki korelasyon paterni çalışma boyunca çok kesin bir seyir izlemiştir ve periyodik ortalama termal değerlerdeki küçük bir değişiklik bile çoğunlukla ortalama periyodik gelişim süresine yansımıştır (Şekil 3.15-18; Tablo 3.14-18). İlginç bir şekilde, bir denemenin içsel varyasyonu çok yüksek olsa bile, denemenin ortalaması, çoğunlukla doğrusal olan kesin seyri engellemeyecek aralıklar içinde seyretmektedir (Şekil 3.16; Şekil 3.19). Bu gerçek, aynı zamanda genomik bir arka plan olduğunu ve *Cx. pipiens*'in, bireyler arası varyasyonu temel bir rastgeleleştirme yerine son derece karmaşık bir şekilde sunduğunu göstermektedir. Doğanın geçici olarak değişen termal koşullarıyla başa çıkmak için varyasyona sahip olmanın hareketli türlere göre, sesil yaşayan türlerde daha önemli olduğu bilinmektedir (Forsman ve Wennersten, 2016). Bu

bağlamda, konteynerin stabil ve çoğunlukla sınırlı bir nişinde yaşayan *Cx. pipiens*'in akuatik aşamaları için, bu kadar eski bir evrimsel kazanım, beklenen bir adaptasyon olarak görülmektedir.

Kısa generasyon süreleri, yüksek popülasyon artış oranları ve yüksek fenotipik plastisite ile birlikte maruz kalınan güçlü sıcaklıklarda seçilimin, sivrisineklerde termal değişikliklere evrimsel adaptasyonu kolaylaştırabileceği belirtilmiştir (Couper vd., 2021). Bununla birlikte, plastisitenin hızlı evrimsel adaptasyon üzerindeki etkisi, öngörülemez şekilde dalgalanan ortamda çift yönlü olmaktadır (Chevin vd., 2010). Plastisite, fenotipik varyasyonu artırarak hızlı evrimi destekleyebilmektedir. Diğer taraftan, düşük uyum güçlü varyantlar da dahil olmak üzere, bireylere direnç sağlayarak seçilimin gücünü azaltma sürecini engelleyebilmektedir ve zayıf bireylerin hayatta kalması, uzun vadeli yön değişikliği altında popülasyonun kalıcılığını önleyebilmektedir (Chevin vd., 2010; Merilä ve Hendry, 2014; Oostra vd., 2018). Belirli bir dönemde etkili bir evrimle seçilen tüm bireyler, o dönemin koşullarına karşı çok dirençli olsalar bile, takip eden dönemin koşullarına karşı savunmasız olabilmektedirler (Bonamour vd., 2019). Sonuç olarak, çevresel öngörülebilirliğin azalması ve iklim olaylarının dalgalanmasındaki artış ile karakterize edilen antropojenik iklim değişikliğinin, güçlü plastisiteye sahip türleri artan yok olma riski altına sokacağı tahmin edilmektedir (Oostra vd., 2018). Ancak, *Cx. pipiens*'in bazı özellikleri kaderini değiştirmeye fırsat sunabilmektedir. Örneğin, *Cx. pipiens* muhtemelen zaten var olan multipotent bir genomik yapıya dayalı olarak, kardeşler içinde termal tepkiler açısından bireyler arası fenotipik varyasyonlar üretiyor gibi görünmektedir ve bu varyasyon her nesilde kendini olasılıkla göstermektedir. *Cx. pipiens*, periyodik koşulların etkisi altında genetik olmayan hücresel mekanizmalar tarafından yürütülen ve amaçlı olarak revize edilen bu çeşitlilik repertuarı aracılığıyla, çevresel bozulmalarla yüzleşmektedir. Koşullu ve periyodik olarak indüklenebilen bu genetik potansiyel ve genetik olmayan plastik tepkiler sayesinde tür, hızlı adaptif evrimin belirli olumsuz etkilerinden dahi kaçınıyor gibi görünmektedir.

Cx. pipiens Filaryal kurtlar, kuş plazmodyumları, Usutu virüs, Sindbis virüs, St. Louis ensefalit virüs gibi bir dizi patojenin taşınmasında kilit bir rol oynamasının yanı sıra Avrupa ve ABD'de Batı Nil virüsünün (BNV) ana vektörü olarak görülmektedir (Farajollahi vd., 2011; Brugman vd., 2018). Avrupa'da BNV insan vakaları ilkbaharda nadir olarak görülmektedir ve aktif mevsim genellikle Haziran ayında başlamaktadır. BNV vakaları

özellikle Temmuz ayının ikinci yarısında artmaktadır. Ağustos ayında doruk noktasına ulaşmaktadır. Eylül ayında hızlı bir düşüş yaşanmakta ve sonbahar sonunda sona ermektedir (ECDC, 2020). Çalışmadaki gelişim biyolojisine bakıldığında, larva, erkek ve dişiler için en kısa gelişim süreleri Temmuz ve Ağustos aylarında gözlenmiştir (Tablo 3.14; Şekil 3.15). Bu gelişim sürelerine bakılarak, bu iki ayda daha kısa sürede nesil verilebileceği ve popülasyon düzeyinin en yüksek seviyelerde seyredeceği öngörülebilmektedir. Ek olarak, çoklu regresyon analizi sonucunda, ortalama sıcaklıkta ve DTR’de meydana gelecek bir derecelik sıcaklık artışının larva, erkek ve dişide gelişim süresini belirli ölçülerde kısaltacağı saptanmıştır (Tablo 3.21). Bu durum, küresel ölçekte ısınan Dünya’da gelecekte Temmuz ve Ağustos aylarında popülasyon düzeyinin daha fazla artabileceğine işaret etmektedir. Ayrıca, veriler bu iki kritik ayda, sivrisineğin popülasyon artışı ile BNV vakalarının artışı arasında bir pozitif korelasyon olduğunu göstermektedir. Ancak, bu çıkarımların sadece gelişim biyolojisi baz alınarak gerçekleştirildiği gözden kaçırılmamalıdır. Doğal koşullar altında, *Cx. pipiens* erginlerinde Temmuz ve Ağustos aylarında bir yaz diyapozu durumunun yaşanıp yaşanmadığı, erginlerin popülasyon dinamiklerinin ne yönde seyrettiği, dişilerin yumurtlama performanslarının ve yumurta paketi başına düşen yumurta sayısının ne ölçüde değiştiği, yumurtadan larva çıkım performanslarının ne düzeyde olduğu gibi birçok parametrenin gelecekte araştırılmasına ve daha kapsamlı bir bakış açısının ortaya konulmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Sivrisineklerin gelişim biyolojisi ile ilgili veriler laboratuvar ortamında sabit sıcaklık koşulları altında yürütülen çalışmalarla şekillendirilmektedir. Buna göre, *Cx. pipiens*’in 10 °C’nin altındaki sıcaklıklarda larva gelişimi gerçekleştiremeyeceği belirtilmiştir (Merdivenci, 1984; Becker, 2010). Ancak, Kasım21_2 deneme grubunda, 27. günde -2.7 °C’ye maruz kalan 215 larvanın 31 tanesi 42. ve 46. günler arasındaki periyotta pupalaşmıştır. Ortalama sıcaklığın 3.7 °C, minimum sıcaklığın 0.8 °C, maksimum sıcaklığın 7.6 °C olduğu 46. günde 2 larva, pupa aşamasına geçmiştir (Şekil 3.8). Yine, Kasım21_1 deneme grubunda, 41. günde (ortalama sıcaklık: 4.8; minimum sıcaklık: 3.7; maksimum sıcaklık: 6.6) 1 pupa’dan dişi çıkışı meydana gelmiştir (Şekil 3.7). Bu çalışma ile literatürde ilk kez doğal koşullar altında ve doğal popülasyon üzerinde, pupalaşmada ve ergin çıkışında görece olarak düşük eşik değerler saptanmıştır. Bu sıcaklık değerleri, gelecekte sivrisinek biyolojisi ile ilgili olarak yürütülecek iklim değişikliği çalışmalarında kritik öneme sahip referans değerler olarak görülmektedir.

Bu çalışma, DTR içindeki zıt termal değerlerin, *Cx. pipiens*'in ergin öncesi aşamalarında neden oldukları hasarları karşılıklı olarak kompanze ettiğini ortaya koymaktadır. Ergin öncesi aşamalar, inanılmaz plastik termal tepkiye ve aşırı termal değerlere direnmelerini sağlayan etkili bir termal uyum kapasitesine sahiptir. Sirkadiyen ritmin termal hasarı telafi eden faydası ve kendi fizyolojik yetenekleri doğal ortamlarında ergin öncesi aşamalara, sabit laboratuvar koşullarında belirlenenden beklenmedik bir şekilde daha yüksek hayatta kalma ve hızlandırılmış gelişim hızı sağlamaktadır. Görünen o ki, *Cx. pipiens*'in ergin öncesi aşamalarda karşılaşacağı antropojenik iklim değişikliğine bağlı başlıca zorluklardan biri, akuatik aşamalar için yaşamayı tehdit edebilen kısa vadeli hızlı başlangıçlarla karakterize edilen ekstrem değerler arasındaki tahmini termal dalgalanmalarla ilgili olacaktır. Bir diğeri ise, birçok biyolojik özelliği etkilediği bilinen kanat uzunluğunun, sıcaklığın artışı nedeniyle ortaya çıkan erginlerde kısalmasıdır. Özellikle günlük minimum değerlere yansıtacağı tahmin edilen küresel sıcaklık artışı, larvaların olasılıkla kışı geçirmesini sağlayabilecektir ve *Cx. pipiens*'in mevsimsel fenolojisinde dramatik değişikliklere neden olabilecektir. Ayrıca, Dünya'daki artan sıcaklık trendi sivrisineğin kış boyu bir dinamik sergilemesine ve/veya kış dinamiğinde bir artışa neden olabilecektir. Bu durum, hastalıkların mevsimsel dinamiklerinin de değişmesine olanak sağlayacak yetidedir. *Cx. pipiens*'in halihazırda insan yaşam ortamından ve alışkanlıklarından faydalanacak şekilde adapte olmuş olması ve herhangi bir termal bozulmada öncelikle halihazırda var olan bir genetik potansiyeli aracılığıyla karşı karşıya kalması, türe, birçok türün adaptasyonuna izin vermeyecek kadar hızlı olduğu tahmin edilen iklim değişikliğine karşı bazı avantajlar sunuyor gibi gözükmektedir.

5. KAYNAKLAR (APA)

- Adelman, Z. N., Anderson, M. A., Wiley, M. R., Murreddu, M. G., Samuel, G. H., Morazzani, E. M., et al. (2013). Cooler temperatures destabilize RNA interference and increase susceptibility of disease vector mosquitoes to viral infection. *PLoS neglected tropical diseases*, 7 (5), e2239.
- Akbay, Y. (2016). *Tekirdağ'da, Culex spp. 'nin aylık üreme karakteristiğinin belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez no. 449190).
- Akbay, Y., İpek, E., Akyıldız, G., Şakacı, Z., Talay, Ş., Ahrabi, S. Z., et al. (2022). The Monthly Oviposition Characteristics of the Mosquito Species *Anopheles maculipennis* sensu stricto, *Anopheles claviger*, and *Culiseta longiareolata* Observed at Some Artificial Containers under Natural Circumstances in a Selected Area of Thrace, Türkiye. *Journal of Balkan Science and Technology*, 1 (2), 81-86.
- Aldemir, A. and Boşgelmez, A. (2006). Population dynamics of adults and immature stages of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Gölbaşı District, Ankara. *Turkish Journal of Zoology*, 30 (1), 9-17.
- Almeida, A. P. G., Baptista, S. S., Sousa, C. A., Novo, M. T. L., Ramos, H. C., Panella, N. A., et al. (2005). Bioecology and vectorial capacity of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Macao, China, in relation to dengue virus transmission. *Journal of medical entomology*, 42 (3), 419-428.
- Alten, B., Bellini, R., Caglar, S. S., Simsek, F. M. and Kaynas, S. (2000). Species composition and seasonal dynamics of mosquitoes in the Belek region of Turkey. *Journal of Vector Ecology*, 25 (2), 146-154.
- Alten, B., Kampen, H. and Fontenille, D. (2007). Malaria in Southern Europe: resurgence from the past. *Emerging pests and vector-borne diseases in Europe*, 1, 35-57.
- Alto, B. W., Lounibos, L. P., Higgs, S. and Juliano, S. A. (2005). Larval competition differentially affects arbovirus infection in *Aedes* mosquitoes. *Ecology*, 86 (12), 3279-3288.
- Alto, B. W., Lounibos, L. P., Mores, C. N. and Reiskind, M. H. (2008). Larval competition alters susceptibility of adult *Aedes* mosquitoes to dengue infection. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 275 (1633), 463-471.

- Alto, B. W., Reiskind, M. H. and Lounibos, L. P. (2008). Size alters susceptibility of vectors to dengue virus infection and dissemination. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 79 (5), 688-695.
- Alto, B. W., Wiggins, K., Eastmond, B., Ortiz, S., Zirbel, K. and Lounibos, L. P. (2018). Diurnal temperature range and chikungunya virus infection in invasive mosquito vectors. *Journal of Medical Entomology*, 55 (1), 217-224.
- Amraoui, F. and Failloux, A. B. (2016). Chikungunya: an unexpected emergence in Europe. *Current opinion in virology*, 21, 146-150.
- Baldacchino, F., Caputo, B., Chandre, F., Drago, A., della Torre, A., Montarsi, F., et al. (2015). Control methods against invasive *Aedes* mosquitoes in Europe: a review. *Pest management science*, 71 (11), 1471-1485.
- Baqar, S. H. C. G., Hayes, C. G., Murphy, J. R. and Watts, D. M. (1993). Vertical transmission of West Nile virus by *Culex* and *Aedes* species mosquitoes. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 48 (6), 757-762.
- Barbosa, P., Peters, T. M. and Greenough, N. C. (1972). Overcrowding of mosquito populations: responses of larval *Aedes aegypti* to stress. *Environmental Entomology*, 1 (1), 89-93.
- Bargielowski, I. E., Lounibos, L. P. and Carrasquilla, M. C. (2013). Evolution of resistance to satyrization through reproductive character displacement in populations of invasive dengue vectors. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110 (8), 2888-2892.
- Bartlett-Healy, K., Unlu, I., Obenauer, P., Hughes, T., Healy, S., Crepeau, T., et al. (2012). Larval mosquito habitat utilization and community dynamics of *Aedes albopictus* and *Aedes japonicus* (Diptera: Culicidae). *Journal of medical entomology*, 49 (4), 813-824.
- Bayley, J. S., Winther, C. B., Andersen, M. K., Grønkjær, C., Nielsen, O. B., Pedersen, T. H., et al. (2018). Cold exposure causes cell death by depolarization-mediated Ca²⁺ overload in a chill-susceptible insect. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115 (41), E9737-E9744.
- Becker, N. (2008). Influence of climate change on mosquito development and mosquito-borne diseases in Europe. *Parasitology Research*, 103 (Suppl. 1), 19-28.
- Becker, N., Petric, D., Zgomba, M., Boase, C., Madon, M., Dahl, C., et al. (2010). *Mosquitoes and Their Control. Second Edition*. Heidelberg, New York: Springer.

- Beerntsen, B. T., James, A. A. and Christensen, B. M. (2000). Genetics of mosquito vector competence. *Microbiology and molecular biology reviews*, 64 (1), 115-137.
- Benedict, M. Q., Cockburn, A. F. and Seawright, J. A. (1991). Heat-shock mortality and induced thermotolerance in larvae of the mosquito *Anopheles albimanus*. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 7 (4), 547-550.
- Benner, F., Dial, A., Herrera, M. and Bragg, K. (2018). Effects of Water Temperature on Development and Survival to Adulthood in *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) and *Psorophora ferox* (Diptera: Culicidae) Larvae. *Instars: A Journal of Student Research*, 4, 1-6.
- Bennett, A. F. (1987). *Interindividual variability: An underutilized resource*. In M. E. Feder, A. F. Bennett, W. W. Burggren and R. B. Huey (Eds.), *New directions in ecological physiology*. New York: Cambridge University Press.
- Bergant, K. and Trdan, S. (2006). How reliable are thermal constants for insect development when estimated from laboratory experiments?. *Entomologia experimentalis et applicata*, 120 (3), 251-256.
- Bevins, S. N. (2008). Invasive mosquitoes, larval competition, and indirect effects on the vector competence of native mosquito species (Diptera: Culicidae). *Biological Invasions*, 10, 1109-1117.
- Bolnick, D. I., Amarasekare, P., Araújo, M. S., Bürger, R., Levine, J. M., Novak, M., et al. (2011). Why intraspecific trait variation matters in community ecology. *Trends in ecology & evolution*, 26 (4), 183-192.
- Bonamour, S., Chevin, L. M., Charmantier, A. and Teplitsky, C. (2019). Phenotypic plasticity in response to climate change: the importance of cue variation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 374 (1768), 20180178.
- Briegel, H. (1990). Metabolic relationship between female body size, reserves, and fecundity of *Aedes aegypti*. *Journal of insect physiology*, 36 (3), 165-172.
- Brugman, V. A., Hernández-Triana, L. M., Medlock, J. M., Fooks, A. R., Carpenter, S. and Johnson, N. (2018). The role of *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae) in virus transmission in Europe. *International journal of environmental research and public health*, 15 (2), 389.
- Burggren, W. W. (2015). Dynamics of epigenetic phenomena: intergenerational and intragenerational phenotype 'washout'. *Journal of Experimental Biology*, 218 (1), 80-87.

- Burkett-Cadena, N. D., Graham, S. P., Hassan, H. K., Guyer, C., Eubanks, M. D., Katholi, C. R., et al. (2008). Blood feeding patterns of potential arbovirus vectors of the genus *Culex* targeting ectothermic hosts. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 79 (5), 809-815.
- Carlson, C. J., Albery, G. F., Merow, C., Trisos, C. H., Zipfel, C. M., Eskew, E. A., et al. (2022). Climate change increases cross-species viral transmission risk. *Nature*, 607 (7919), 555-562.
- Carrieri, M., Albieri, A., Angelini, P., Baldacchini, F., Venturelli, C., Zeo, S. M., et al. (2011). Surveillance of the chikungunya vector *Aedes albopictus* (Skuse) in Emilia-Romagna (northern Italy): Organizational and technical aspects of a large scale monitoring system. *Journal of Vector Ecology*, 36 (1), 108-116.
- Carrieri, M., Bacchi, M., Bellini, R. and Maini, S. (2003). On the competition occurring between *Aedes albopictus* and *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) in Italy. *Environmental Entomology*, 32 (6), 1313-1321.
- Carrington, L. B., Armijos, M. V., Lambrechts, L., Barker, C. M. and Scott, T. W. (2013). Effects of fluctuating daily temperatures at critical thermal extremes on *Aedes aegypti* life-history traits. *PloS one*, 8 (3), e58824.
- Catullo, R. A., Llewelyn, J., Phillips, B. L. and Moritz, C. C. (2019). The potential for rapid evolution under anthropogenic climate change. *Current Biology*, 29 (19), R996-R1007.
- Cavieres, G., Alruiz, J. M., Medina, N. R., Bogdanovich, J. M. and Bozinovic, F. (2019). Transgenerational and within-generation plasticity shape thermal performance curves. *Ecology and evolution*, 9 (4), 2072-2082.
- Černý, O., Votýpka, J. and Svobodová, M. (2011). Spatial feeding preferences of ornithophilic mosquitoes, black flies, and biting midges (Diptera: Culicidae, Simuliidae, Ceratopogonidae). *Medical and Veterinary Entomology*, 25, 104-108.
- Chamberlain, R. W. and Sudia, W. D. (1961). Mechanism of transmission of viruses by mosquitoes. *Annual review of entomology*, 6 (1), 371-390.
- Chareonviriyaphap, T., Akratanakul, P., Nettanomsak, S. and Huntamai, S. (2003). Larval habitats and distribution patterns of *Aedes aegypti* (Linnaeus) and *Aedes albopictus* (Skuse), in Thailand. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 34 (3), 529-535.

- Chen, H., Zheng, X., Luo, M., Guo, J., Solangi, G. S., Wan, F., et al. (2018). Effect of short-term high-temperature exposure on the life history parameters of *Ophraella communa*. *Scientific Reports*, 8 (1), 1-11.
- Chevin, L. M., Lande, R. and Mace, G. M. (2010). Adaptation, plasticity, and extinction in a changing environment: towards a predictive theory. *PLoS biology*, 8 (4), e1000357.
- Chomposri, J., Thavara, U., Tawatsin, A., Boonserm, R., Phumee, A., Sangkitporn, S., et al. (2016). Vertical transmission of Indian Ocean Lineage of chikungunya virus in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* mosquitoes. *Parasites & vectors*, 9, 1-13.
- Choumet, V., Carmi-Leroy, A., Laurent, C., Lenormand, P., Rousselle, J. C., Namane, A., et al. (2007). The salivary glands and saliva of *Anopheles gambiae* as an essential step in the *Plasmodium* life cycle: a global proteomic study. *Proteomics*, 7 (18), 3384-3394.
- Christidis, N., Jones, G. S. and Stott, P. A. (2015). Dramatically increasing chance of extremely hot summers since the 2003 European heatwave. *Nature Climate Change*, 5 (1), 46-50.
- Chu, V. M., Sallum, M. A. M., Moore, T. E., Lainhart, W., Schlichting, C. D. and Conn, J. E. (2019). Regional variation in life history traits and plastic responses to temperature of the major malaria vector *Nyssorhynchus darlingi* in Brazil. *Scientific reports*, 9 (1), 5356.
- Ciota, A. T., Matacchiero, A. C., Kilpatrick, A. M. and Kramer, L. D. (2014). The effect of temperature on life history traits of *Culex* mosquitoes. *Journal of medical entomology*, 51 (1), 55-62.
- Clavijo-Baquet, S., Boher, F., Ziegler, L., Martel, S. I., Estay, S. A. and Bozinovic, F. (2014). Differential responses to thermal variation between fitness metrics. *Scientific Reports*, 4 (1), 5349.
- Clements, A. N. (1963). *The Physiology of Mosquitoes*. Oxford: Pergamon Press.
- Clements, A. N. (1993). *The biology of mosquitoes, development, nutrition, and reproduction. Volume 1*. London, United Kingdom: Chapman & Hall.
- Cohen, J. M., Lajeunesse, M. J. and Rohr, J. R. (2018). A global synthesis of animal phenological responses to climate change. *Nature Climate Change*, 8 (3), 224-228.
- Colinet, H., Sinclair, B. J., Vernon, P. and Renault, D. (2015). Insects in fluctuating thermal environments. *Annual review of entomology*, 60, 123-140.

- Colinet, H., Renault, D., Javal, M., Berková, P., Šimek, P. and Košťál, V. (2016). Uncovering the benefits of fluctuating thermal regimes on cold tolerance of *Drosophila* flies by combined metabolomic and lipidomic approach. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular and Cell Biology of Lipids*, 1861 (11), 1736-1745.
- Conway, M. J., Colpitts, T. M. and Fikrig, E. (2014). Role of the vector in arbovirus transmission. *Annual review of virology*, 1, 71-88.
- Costanzo, K. S., Kesavaraju, B. and Juliano, S. A. (2005). Condition-specific competition in container mosquitoes: the role of noncompeting life-history stages. *Ecology*, 86 (12), 3289-3295.
- Couper, L. I., Farner, J. E., Caldwell, J. M., Childs, M. L., Harris, M. J., Kirk, D. G., et al. (2021). How will mosquitoes adapt to climate warming?. *Elife*, 10, e69630.
- Darbro, J. M. and Harrington, L. C. (2006). Bird-baited traps for surveillance of West Nile mosquito vectors: effect of bird species, trap height, and mosquito escape rates. *Journal of medical entomology*, 43 (1), 83-92.
- Day, J. F., Ramsey, A. M. and Zhang, J. T. (1990). Environmentally mediated seasonal variation in mosquito body size. *Environmental entomology*, 19 (3), 469-473.
- De Lamballerie, X., Leroy, E., Charrel, R. N., Tsetsarkin, K., Higgs, S. and Gould, E. A. (2008). Chikungunya virus adapts to tiger mosquito via evolutionary convergence: a sign of things to come?. *Virology journal*, 5 (1), 1-4.
- Delatte, H., Desvars, A., Bouétard, A., Bord, S., Gimonneau, G., Vourc'h, G., et al. (2010). Blood-feeding behavior of *Aedes albopictus*, a vector of Chikungunya on La Réunion. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 10 (3), 249-258.
- Delatte, H., Gimonneau, G., Triboire, A. and Fontenille, D. (2009). Influence of temperature on immature development, survival, longevity, fecundity, and gonotrophic cycles of *Aedes albopictus*, vector of chikungunya and dengue in the Indian Ocean. *Journal of medical entomology*, 46 (1), 33-41.
- Demirci, B. (2006). *Iğdır ve civarındaki sivrisinek (Diptera: Culicidae) türlerinin biyoekolojisi üzerine araştırmalar* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez no. 182859).
- Dillon, M. E. and Lozier, J. D. (2019). Adaptation to the abiotic environment in insects: the influence of variability on ecophysiology and evolutionary genomics. *Current opinion in insect science*, 36, 131-139.

- Dodson, B. L., Kramer, L. D. and Rasgon, J. L. (2012). Effects of larval rearing temperature on immature development and West Nile virus vector competence of *Culex tarsalis*. *Parasites & Vectors*, 5, 1-6.
- Doğanay, A. ve Şahal, M. (1987). Türkiye’de köpeklerdeki dirofilariasis sorunu ve insan sağlığı açısından önemi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 34 (2), 277-287.
- Dörge, D. D., Cunze, S., Schleifenbaum, H., Zaenker, S. and Klimpel, S. (2020). An investigation of hibernating members from the *Culex pipiens* complex (Diptera, Culicidae) in subterranean habitats of central Germany. *Scientific Reports*, 10 (1), 1-11.
- ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control). (2017). Vector control with a focus on *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* mosquitoes: literature review and analysis of information. <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/vector-control-focus-aedes-aegypti-and-aedes-albopictus-mosquitoes-literature>. Accessed 30 Jan 2023.
- ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control). (2020). Surveillance and disease data for West Nile fever. <https://www.ecdc.europa.eu/en/west-nile-fever/surveillance-and-disease-data>. Accessed 30 Jan 2023.
- Ergunay, K., Whitehouse, C. A. and Ozkul, A. (2011). Current status of human arboviral diseases in Turkey. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 11 (6), 731-741.
- Ergünay, K., Litzba, N., Brinkmann, A., Günay, F., Sarıkaya, Y., Kar, S., et al. (2017). Co-circulation of West Nile virus and distinct insect-specific flaviviruses in Turkey. *Parasites & vectors*, 10 (1), 1-14.
- Estrada-Franco, J. G. and Craig Jr, G. B. (1995). Biology, disease relationships, and control of *Aedes albopictus*. *Pan American Health Organization Technical Paper*, 42.
- Faraji, A., Egizi, A., Fonseca, D. M., Unlu, I., Crepeau, T., Healy, S. P., et al. (2014). Comparative host feeding patterns of the Asian tiger mosquito, *Aedes albopictus*, in urban and suburban Northeastern USA and implications for disease transmission. *PLoS neglected tropical diseases*, 8 (8), e3037.
- Farajollahi, A., Fonseca, D. M., Kramer, L. D. and Kilpatrick, A. M. (2011). “Bird biting” mosquitoes and human disease: a review of the role of *Culex pipiens* complex mosquitoes in epidemiology. *Infection, genetics and evolution*, 11 (7), 1577-1585.

- Field, E. N., Shepard, J. J., Clifton, M. E., Price, K. J., Witmier, B. J., Johnson, K., et al. (2022). Semi-field and surveillance data define the natural diapause timeline for *Culex pipiens* across the United States. *Communications Biology*, 5 (1), 1300.
- Fischer, D., Thomas, S. M., Suk, J. E., Sudre, B., Hess, A., Tjaden, N. B., et al. (2013). Climate change effects on Chikungunya transmission in Europe: geospatial analysis of vector's climatic suitability and virus' temperature requirements. *International journal of health geographics*, 12 (1), 1-12.
- Forsman, A. and Wennersten, L. (2016). Inter-individual variation promotes ecological success of populations and species: Evidence from experimental and comparative studies. *Ecography*, 39 (7), 630-648.
- Foster, W. A. and Walker, E. D. (2002). *Mosquitoes (Culicidae)*. In. *Medical and Veterinary Entomology*. Mullen GR, Durden LA (Eds.). New York: Academic Press.
- Fouet, C., Gray, E., Besansky, N. J. and Costantini, C. (2012). Adaptation to aridity in the malaria mosquito *Anopheles gambiae*: chromosomal inversion polymorphism and body size influence resistance to desiccation. *PloS one*, 7 (4), e34841.
- Fox, R. J., Donelson, J. M., Schunter, C., Ravasi, T. and Gaitán-Espitia, J. D. (2019). Beyond buying time: the role of plasticity in phenotypic adaptation to rapid environmental change. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 374 (1768), 20180174.
- Gerken, A. R., Eller, O. C., Hahn, D. A. and Morgan, T. J. (2015). Constraints, independence, and evolution of thermal plasticity: probing genetic architecture of long-and short-term thermal acclimation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112 (14), 4399-4404.
- Gjenero-Margan, I., Aleraj, B., Krajcar, D., Lesnikar, V., Klobučar, A., Pem-Novosel, I., et al. (2011). Autochthonous dengue fever in Croatia, august–September 2010. *Eurosurveillance*, 16 (9), 19805.
- Goddard, J. (2016). *Physician's guide to arthropods of medical importance. Sixth Edition*. New York: CRC press.
- Goddard, J. (2008). *Infectious Diseases and Arthropods*. Berlin: Humana Press.
- Gould, E. A. and Higgs, S. (2009). Impact of climate change and other factors on emerging arbovirus diseases. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 103 (2), 109-121.
- Gould, E. A., Gallian, P., De Lamballerie, X. and Charrel, R. N. (2010). First cases of autochthonous dengue fever and chikungunya fever in France: from bad dream to reality!. *Clinical microbiology and infection*, 16 (12), 1702-1704.

- Gray, E. M. (2013). Thermal acclimation in a complex life cycle: the effects of larval and adult thermal conditions on metabolic rate and heat resistance in *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). *Journal of Insect Physiology*, 59 (10), 1001-1007.
- Gubler, D. J. (2010). *The global threat of emergent/re-emergent vector-borne diseases*. In: *Vector biology, ecology and control*. Peter W. Atkinson (Eds.). Netherlands: Springer Dordrecht.
- Guscelli, E., Spicer, J. I. and Calosi, P. (2019). The importance of inter-individual variation in predicting species' responses to global change drivers. *Ecology and Evolution*, 9 (8), 4327-4339.
- Günay, F. (2015). *Türkiye Sivrisinek Faunası Üzerine DNA Barkodlama Yöntemiyle Moleküler Analizler* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez no. 392734).
- Halouzka, J., Postic, D. and Hubalek, Z. (1998). Isolation of the spirochaete *Borrelia afzelii* from the mosquito *Aedes vexans* in the Czech Republic. *Medical and veterinary entomology*, 12 (1), 103-105.
- Harbach, R. E. (2012). *Culex pipiens*: species versus species complex—taxonomic history and perspective. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 28 (4s), 10-23.
- Harmon, L. J., Matthews, B., Des Roches, S., Chase, J. M., Shurin, J. B. and Schluter, D. (2009). Evolutionary diversification in stickleback affects ecosystem functioning. *Nature*, 458 (7242), 1167-1170.
- Harris, R. M., Beaumont, L. J., Vance, T. R., Tozer, C. R., Remenyi, T. A., Perkins-Kirkpatrick, S. E., et al. (2018). Biological responses to the press and pulse of climate trends and extreme events. *Nature Climate Change*, 8 (7), 579-587.
- Hartley, D. M., Barker, C. M., Le Menach, A., Niu, T., Gaff, H. D. and Reisen, W. K. (2012). Effects of temperature on emergence and seasonality of West Nile virus in California. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 86 (5), 884-894.
- Harvey, J. A., Heinen, R., Gols, R. and Thakur, M. P. (2020). Climate change-mediated temperature extremes and insects: From outbreaks to breakdowns. *Global change biology*, 26 (12), 6685-6701.
- Hawley, W. A. (1988). The biology of *Aedes albopictus*. *Journal of the American Mosquito Control Association. Supplement*, 1, 1-39.
- Higa, Y. (2011). Dengue vectors and their spatial distribution. *Tropical medicine and health*, 39 (4S), S17-S27.

- Hillyer, J. F., Schmidt, S. L., Fuchs, J. F., Boyle, J. P. and Christensen, B. M. (2005). Age-associated mortality in immune challenged mosquitoes (*Aedes aegypti*) correlates with a decrease in haemocyte numbers. *Cellular microbiology*, 7 (1), 39-51.
- Hoffmann, A. A. and Sgrò, C. M. (2011). Climate change and evolutionary adaptation. *Nature*, 470 (7335), 479-485.
- Hollidge, B. S., González-Scarano, F. and Soldan, S. S. (2010). Arboviral encephalitides: transmission, emergence, and pathogenesis. *Journal of neuroimmune pharmacology*, 5, 428-442.
- Hongoh, V., Berrang-Ford, L., Scott, M. E. and Lindsay, L. R. (2012). Expanding geographical distribution of the mosquito, *Culex pipiens*, in Canada under climate change. *Applied Geography*, 33, 53-62.
- Honório, N. A., Silva, W. D. C., Leite, P. J., Gonçalves, J. M., Lounibos, L. P. and Lourenço-de-Oliveira, R. (2003). Dispersal of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in an urban endemic dengue area in the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, 191-198.
- IPCC. (2018). *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.* Masson-Delmotte, V. P., Zhai, H. -O., Pörtner, D., Roberts, J., Skea, P. R., Shukla, A., Pirani, W., Moufouma-Okia, C., Péan, R., Pidcock, S., Connors, J. B. R., Matthews, Y., Chen, X., Zhou, M. I., Gomis, E., Lonnoy, T., Maycock, M., Tignor, and T. Waterfield (Eds.). Cambridge, UK and New York, USA: Cambridge University Press.
- Iwamura, T., Guzman-Holst, A. and Murray, K. A. (2020). Accelerating invasion potential of disease vector *Aedes aegypti* under climate change. *Nature communications*, 11 (1), 2130.
- İpek, E. (2016). *Tekirdağ'da Culiseta spp.' nin aylık üreme karakteristiğinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez no. 436435).
- Jing, X. H. and Le, K. (2004). Seasonal changes in the cold tolerance of eggs of the migratory locust, *Locusta migratoria* L. (Orthoptera: Acrididae). *Environmental entomology*, 33 (2), 113-118.

- Joshi, D. S. (1996). Effect of fluctuating and constant temperatures on development, adult longevity and fecundity in the mosquito *Aedes krombeini*. *Journal of Thermal Biology*, 21 (3), 151-154.
- Juliano, S. A., Lounibos, L. P. and O'Meara, G. F. (2004). A field test for competitive effects of *Aedes albopictus* on *A. aegypti* in South Florida: differences between sites of coexistence and exclusion?. *Oecologia*, 139, 583-593.
- Kalaycı, Ş. (2010). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri*. Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- Kamiya, T., Greischar, M. A., Wadhawan, K., Gilbert, B., Paaijmans, K. and Mideo, N. (2020). Temperature-dependent variation in the extrinsic incubation period elevates the risk of vector-borne disease emergence. *Epidemics*, 30, 100382.
- Kamgang, B., Happi, J. Y., Boisier, P., Njiokou, F., Hervé, J. P., Simard, F., et al. (2010). Geographic and ecological distribution of the dengue and chikungunya virus vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in three major Cameroonian towns. *Medical and veterinary entomology*, 24 (2), 132-141.
- Kar, S. and Gargili, Keles. A. (2021). *Possible direct and human-mediated impact of climate change on tick populations in Turkey*. In: *Climate, Ticks and Disease*. Patt Nuttall (Eds.). Oxfordshire, UK: CAB International.
- Kar, S. and Ergunay, K. (2021). *The strange case of tick-borne viruses in Turkey*. In: *Climate, Ticks and Disease*. Patt Nuttall (Eds.). Oxfordshire, UK: CAB International.
- Kasap, M. (1985). Sivrsinek larvalarının habitat tiplerinin incelenmesi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 42 (2), 269-274.
- Kassim, N. F. A., Webb, C. E. and Russell, R. C. (2012). *Culex molestus* Forskal (Diptera: Culicidae) in Australia: colonisation, stenogamy, autogeny, oviposition and larval development. *Australian journal of entomology*, 51 (1), 67-77.
- Kauffman, E., Payne, A., Franke, M. A., Schmid, M. A., Harris, E. and Kramer, L. D. (2017). Rearing of *Culex* spp. and *Aedes* spp. mosquitoes. *Bio-protocol*, 7 (17), e2542-e2542.
- Kaufman, M. G. and Fonseca, D. M. (2014). Invasion biology of *Aedes japonicus japonicus* (Diptera: Culicidae). *Annual review of entomology*, 59, 31-49.
- Kearney, M., Porter, W. P., Williams, C., Ritchie, S. and Hoffmann, A. A. (2009). Integrating biophysical models and evolutionary theory to predict climatic impacts on species' ranges: the dengue mosquito *Aedes aegypti* in Australia. *Functional Ecology*, 23 (3), 528-538.

- Kellermann, V., Chown, S. L., Schou, M. F., Aitkenhead, I., Janion-Scheepers, C., Clemson, A., et al. (2019). Comparing thermal performance curves across traits: how consistent are they?. *Journal of Experimental Biology*, 222 (11), jeb193433.
- Kiarie-Makara, M. W., Ngumbi, P. M. and Lee, D. K. (2015). Effects of temperature on the growth and development of *Culex pipiens* complex mosquitoes (Diptera: Culicidae). *Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 10, 1-10.
- Kingsolver, J. G. and Woods, H. A. (2016). Beyond thermal performance curves: modeling time-dependent effects of thermal stress on ectotherm growth rates. *The American Naturalist*, 187 (3), 283-294.
- Kingsolver, J. G. and Buckley, L. B. (2017). Quantifying thermal extremes and biological variation to predict evolutionary responses to changing climate. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 372 (1723), 20160147.
- Kokkinn, M. J., Roberts, D. M. and Williams, C. R. (2012). Larval development rate of the mosquitoes *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) varies between clutches: Implications for population ecology. *Australian journal of entomology*, 51 (1), 22-27.
- Kraemer, M. U., Reiner Jr, R. C., Brady, O. J., Messina, J. P., Gilbert, M., Pigott, D. M., et al. (2019). Past and future spread of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. *Nature microbiology*, 4 (5), 854-863.
- Lambrechts, L., Paaijmans, K. P., Fansiri, T., Carrington, L. B., Kramer, L. D., Thomas, M. B., et al. (2011). Impact of daily temperature fluctuations on dengue virus transmission by *Aedes aegypti*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108 (18), 7460-7465.
- Lee Jr, R. E., Chen, C. P. and Denlinger, D. L. (1987). A rapid cold-hardening process in insects. *Science*, 238 (4832), 1415-1417.
- Lehane, M. J. (2005). *The biology of blood-sucking in insects. Second Edition*. UK: Cambridge University Press.
- Lobell, D. B., Bonfils, C. and Duffy, P. B. (2007). Climate change uncertainty for daily minimum and maximum temperatures: a model inter-comparison. *Geophysical research letters*, 34 (5), L05715.
- Loetti, V., Schweigmann, N. J. and Burrioni, N. E. (2011). Temperature effects on the immature development time of *Culex eduardoi* Casal & García (Diptera: Culicidae). *Neotropical Entomology*, 40, 138-142.

- Lord, C. C. (1998). Density dependence in larval *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology*, 35 (5), 825-829.
- Lounibos, L. P., Escher, R. L. and Lourenço-de-Oliveira, R. (2003). Asymmetric evolution of photoperiodic diapause in temperate and tropical invasive populations of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 96 (4), 512-518.
- Lounibos, L. P., O'Meara, G. F., Juliano, S. A., Nishimura, N., Escher, R. L., Reiskind, M. H., et al. (2010). Differential survivorship of invasive mosquito species in South Florida cemeteries: do site-specific microclimates explain patterns of coexistence and exclusion?. *Annals of the Entomological Society of America*, 103 (5), 757-770.
- Lucius, R. and Loos-Frank, B. (2008). *Biologie von Parasiten. 2. Auflage*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
- Lundstrom, J. O., Chirico, J., Folke, A. and Dahl, C. (1996). Vertical distribution of adult mosquitoes (Diptera: Culicidae) in southern and central Sweden. *Journal of Vector Ecology*, 21 (2), 159-166.
- Lyons, C. L., Coetzee, M., Terblanche, J. S. and Chown, S. L. (2012). Thermal limits of wild and laboratory strains of two African malaria vector species, *Anopheles arabiensis* and *Anopheles funestus*. *Malaria Journal*, 11 (1), 1-14.
- Ma, F. and Yuan, X. (2021). Impact of climate and population changes on the increasing exposure to summertime compound hot extremes. *Science of the Total Environment*, 772, 145004.
- Madder, D. J., Surgeoner, G. A. and Helson, B. V. (1983). Number of generations, egg production, and developmental time of *Culex pipiens* and *Culex restuans* (Diptera: Culicidae) in southern Ontario. *Journal of medical entomology*, 20 (3), 275-287.
- Mahajan, U. V., Gravgaard, J., Turnbull, M., Jacobs, D. B. and McNealy, T. L. (2011). Larval exposure to *Francisella tularensis* LVS affects fitness of the mosquito *Culex quinquefasciatus*. *FEMS microbiology ecology*, 78 (3), 520-530.
- Martin, T. L. and Huey, R. B. (2008). Why “suboptimal” is optimal: Jensen’s inequality and ectotherm thermal preferences. *The American Naturalist*, 171 (3), E102-E118.
- McCaw, B. A., Stevenson, T. J. and Lancaster, L. T. (2020). Epigenetic responses to temperature and climate. *Integrative and Comparative Biology*, 60 (6), 1469-1480.
- McGregor, B. L., Kenney, J. L. and Connelly, C. R. (2021). The effect of fluctuating incubation temperatures on West Nile virus infection in *Culex* mosquitoes. *Viruses*, 13 (9), 1822.

- McLaughlin, J. M. and Bratu, D. P. (2015). *Drosophila melanogaster oogenesis: An Overview*. In: Bratu, D., McNeil, G. (Eds.). *Drosophila Oogenesis. Methods in Molecular Biology*. New York: Humana Press.
- Medici, A., Carrieri, M., Scholte, E. J., Maccagnani, B., Luisa Dindo, M. and Bellini, R. (2011). Studies on *Aedes albopictus* larval mass-rearing optimization. *Journal of Economic Entomology*, *104* (1), 266-273.
- Medlock, J. M., Hansford, K. M., Versteirt, V., Cull, B., Kampen, H., Fontenille, D., et al. (2015). An entomological review of invasive mosquitoes in Europe. *Bulletin of entomological research*, *105* (6), 637-663.
- Merdivenci, A. (1984). *Türkiye Sivrisinekleri (Yurdumuzda varlığı bilinen sivrisineklerin biyo-morfolojisi, biyo-ekolojisi, yayılışı ve sağlık önemleri)*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fak Yayınları.
- Merilä, J. and Hendry, A. P. (2014). Climate change, adaptation, and phenotypic plasticity: the problem and the evidence. *Evolutionary applications*, *7* (1), 1-14.
- Mimura, M., Yahara, T., Faith, D. P., Vázquez-Domínguez, E., Colautti, R. I., Araki, H., et al. (2017). Understanding and monitoring the consequences of human impacts on intraspecific variation. *Evolutionary applications*, *10* (2), 121-139.
- Moore, C. G. and Fisher, B. R. (1969). Competition in mosquitoes. Density and species ratio effects on growth, mortality, fecundity, and production of growth retardant. *Annals of the Entomological Society of America*, *62* (6), 1325-1331.
- Mori, A. (1979). Effects of larval density and nutrition on some attributes of immature and adult *Aedes albopictus*. *Tropical Medicine*, *21* (2), 85-103.
- Muktar, Y., Tamerat, N. and Shewafera, A. (2016). *Aedes aegypti* as a Vector of Flavivirus. *Journal of Tropical Diseases*, *4* (223), 2-7.
- Munday, P. L., Warner, R. R., Monro, K., Pandolfi, J. M. and Marshall, D. J. (2013). Predicting evolutionary responses to climate change in the sea. *Ecology letters*, *16* (12), 1488-1500.
- Murdock, C. C., Evans, M. V., McClanahan, T. D., Miazgowicz, K. L. and Tesla, B. (2017). Fine-scale variation in microclimate across an urban landscape shapes variation in mosquito population dynamics and the potential of *Aedes albopictus* to transmit arboviral disease. *PLoS neglected tropical diseases*, *11* (5), e0005640.
- Najdenski, H., Dimova, T., Zaharieva, M. M., Nikolov, B., Petrova-Dinkova, G., Dalakchieva, S., et al. (2018). Migratory birds along the Mediterranean–Black Sea

- Flyway as carriers of zoonotic pathogens. *Canadian journal of microbiology*, 64 (12), 915-924.
- Nasci, R. S. (1986). Relationship between adult mosquito (Diptera: Culicidae) body size and parity in field populations. *Environmental Entomology*, 15 (4), 874-876.
- Nayar, J. K. and Sauerman Jr, M. (1970). A comparative study of growth and development in Florida mosquitoes: Part 2: Effects of larval nurture on adult characteristics at emergence. *Journal of medical entomology*, 7 (2), 235-241.
- Nguyen, D. H., Jaszczak, R. G. and Laird, D. J. (2019). Heterogeneity of primordial germ cells. *Current topics in developmental biology*, 135, 155-201.
- Noh, S., Everman, E. R., Berger, C. M. and Morgan, T. J. (2017). Seasonal variation in basal and plastic cold tolerance: Adaptation is influenced by both long-and short-term phenotypic plasticity. *Ecology and Evolution*, 7 (14), 5248-5257.
- Öncü, C., Brinkmann, A., Günay, F., Kar, S., Öter, K., Sarıkaya, Y., et al. (2018). West Nile virus, *Anopheles flavivirus*, a novel flavivirus as well as Merida-like rhabdovirus Turkey in field-collected mosquitoes from Thrace and Anatolia. *Infection, Genetics and Evolution*, 57, 36-45.
- Oostra, V., Saastamoinen, M., Zwaan, B. J. and Wheat, C. W. (2018). Strong phenotypic plasticity limits potential for evolutionary responses to climate change. *Nature communications*, 9 (1), 1005.
- Overgaard, J. and Sørensen, J. G. (2008). Rapid thermal adaptation during field temperature variations in *Drosophila melanogaster*. *Cryobiology*, 56 (2), 159-162.
- Overgaard, J., Gerber, L. and Andersen, M. K. (2021). Osmoregulatory capacity at low temperature is critical for insect cold tolerance. *Current Opinion in Insect Science*, 47, 38-45.
- Paaijmans, K. P., Blanford, S., Bell, A. S., Blanford, J. I., Read, A. F. and Thomas, M. B. (2010). Influence of climate on malaria transmission depends on daily temperature variation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107 (34), 15135-15139.
- Paaijmans, K. P., Heinig, R. L., Seliga, R. A., Blanford, J. I., Blanford, S., Murdock, C. C., et al. (2013). Temperature variation makes ectotherms more sensitive to climate change. *Global change biology*, 19 (8), 2373-2380.
- Palkovacs, E. P., Kinnison, M. T., Correa, C., Dalton, C. M. and Hendry, A. P. (2012). Fates beyond traits: Ecological consequences of human-induced trait change. *Evolutionary Applications*, 5 (2), 183-191.

- Panagopoulos, D. J. (2012). *Gametogenesis, embryonic and post-embryonic development of, as a model system for the assessment of radiation and environmental genotoxicity. In Drosophila melanogaster: Life cycle, genetics and development*. New York: Nova Science Publishers.
- Parham, P. E., Waldock, J., Christophides, G. K., Hemming, D., Augusto, F., Evans, K. J., et al. (2015). Climate, environmental and socio-economic change: weighing up the balance in vector-borne disease transmission. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 370 (1665), 20130551.
- Parrish, D. W. (1959). The mosquitoes of Turkey. *Mosquito News*, 19 (4), 264-266.
- Paupy, C., Delatte, H., Bagny, L., Corbel, V. and Fontenille, D. (2009). *Aedes albopictus*, an arbovirus vector: from the darkness to the light. *Microbes and infection*, 11 (14-15), 1177-1185.
- Petersen, J. M., Mead, P. S. and Schriefer, M. E. (2009). *Francisella tularensis*: an arthropod-borne pathogen. *Veterinary research*, 40 (2), 1-9.
- Pfeffer, M. and Dobler, G. (2010). Emergence of zoonotic arboviruses by animal trade and migration. *Parasites & vectors*, 3, 1-15.
- Prior, A. and Torr, S. J. (2002). Host selection by *Anopheles arabiensis* and *An. quadriannulatus* feeding on cattle in Zimbabwe. *Medical and Veterinary Entomology*, 16 (2), 207-213.
- Ramsdale, C. D., Alten, B., Caglar, S. S. and Ozer N. (2001). A revised, annotated checklist of mosquitos (Diptera: Culicidae) of Turkey. *European Mosquito Bulletin*, 9, 18-28.
- Rao, B. B., Harikumar, P. S., Jayakrishnan, T. and George, B. (2011). Characteristics of *Aedes (Stegomyia) albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae) breeding sites. *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine Public Health*, 42 (5), 1077-1082.
- Reinhold, J. M., Lazzari, C. R. and Lahondère, C. (2018). Effects of the environmental temperature on *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* mosquitoes: a review. *Insects*, 9 (4), 158.
- Reisen, W. K. (1975). Intraspecific competition in *Anopheles stephensi* Liston. *Mosquito News*, 33, 473-482.
- Reisen, W. K. (1995). Effect of temperature on *Culex tarsalis* (Diptera: Culicidae) from the Coachella and San Joaquin valleys of California. *Journal of medical entomology*, 32 (5), 636-645.
- Reiskind, M. H. and Zarrabi, A. A. (2011). The importance of an invasive tree fruit as a resource for mosquito larvae. *Journal of Vector Ecology*, 36 (1), 197-203.

- Reiskind, M. H. and Lounibos, L. (2009). Effects of intraspecific larval competition on adult longevity in the mosquitoes *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. *Medical and veterinary entomology*, 23 (1), 62-68.
- Reiter, P. (2010). West Nile virus in Europe: understanding the present to gauge the future. *Eurosurveillance*, 15 (10), 19508.
- Rezza, G. (2014). Dengue and chikungunya: long-distance spread and outbreaks in naïve areas. *Pathogens and global health*, 108 (8), 349-355.
- Rezza, G., Nicoletti, L., Angelini, R., Romi, R., Finarelli, A. C., Panning, M., et al. (2007). Infection with chikungunya virus in Italy: an outbreak in a temperate region. *The Lancet*, 370 (9602), 1840-1846.
- Richard, G., Jaquiéry, J. and Le Trionnaire, G. (2021). Contribution of epigenetic mechanisms in the regulation of environmentally-induced polyphenism in insects. *Insects*, 12 (7), 649.
- Riparbelli, M. G., Persico, V. and Callaini, G. (2021). Early *Drosophila* oogenesis: A tale of centriolar asymmetry. *Cells*, 10 (8), 1997.
- Robert, M. A., Christofferson, R. C., Weber, P. D. and Wearing, H. J. (2019). Temperature impacts on dengue emergence in the United States: Investigating the role of seasonality and climate change. *Epidemics*, 28, 100344.
- Roberts, D. M. and Irving-Bell, R. J. (1997). Salinity and microhabitat preferences in mosquito larvae from southern Oman. *Journal of Arid Environments*, 37 (3), 497-504.
- Rohani, A., Zamree, I., Joseph, R. T. and Lee, H. L. (2008). Persistency of transovarial dengue virus in *Aedes aegypti* (Linn.). *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 39 (5), 813-816.
- Rosa, E., Dahelmi, D., Salmah, S. and Syamsuardi, S. (2015). Detection of transovarial dengue virus with RT-PCR in *Aedes albopictus* (Skuse) larvae inhabiting phytotelmata in endemic DHF areas in West Sumatra, Indonesia. *American Journal of Infectious Diseases and Microbiology*, 3 (1), 14-17.
- Rossi, G. C. and Harbach, R. E. (2008). Phytotelmatomyia, a new neotropical subgenus of *Culex* (Diptera: Culicidae). *Zootaxa*, 1879 (1), 1-17.
- Rozendaal, J. A. (1997). *Vector control: Methods for use by individuals and communities*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.

- Rueda, L. M., Patel, K. J., Axtell, R. C. and Stinner, R. E. (1990). Temperature-dependent development and survival rates of *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Journal of medical entomology*, 27 (5), 892-898.
- Ruybal, J. E., Kramer, L. D. and Kilpatrick, A. M. (2016). Geographic variation in the response of *Culex pipiens* life history traits to temperature. *Parasites & vectors*, 9 (1), 1-9.
- Rydzanicz, K. and Lonc, E. (2003). Species composition and seasonal dynamics of mosquito larvae in the Wrocław, Poland area. *Journal of Vector Ecology: Journal of the Society for Vector Ecology*, 28 (2), 255-266.
- Sam, I. C., Kümmerer, B. M., Chan, Y. F., Roques, P., Drosten, C. and AbuBakar, S. (2015). Updates on chikungunya epidemiology, clinical disease, and diagnostics. *Vector-borne and zoonotic diseases*, 15 (4), 223-230.
- Schaffner, F., Medlock, J. M. and Van Bortel, A. W. (2013). Public health significance of invasive mosquitoes in Europe. *Clinical microbiology and infection*, 19 (8), 685-692.
- Schlegel, P., Havenhand, J. N., Gillings, M. R. and Williamson, J. E. (2012). Individual variability in reproductive success determines winners and losers under ocean acidification: a case study with sea urchins. *PloS one*, 7 (12), e53118.
- Schneider, J. R., Chadee, D. D., Mori, A., Romero-Severson, J. and Severson, D. W. (2011). Heritability and adaptive phenotypic plasticity of adult body size in the mosquito *Aedes aegypti* with implications for dengue vector competence. *Infection, Genetics and Evolution*, 11 (1), 11-16.
- Sengil, A. Z., Akkaya, H., Gonenc, M. and Gonenc, D. (2011). Species composition and monthly distribution of mosquito (Culicidae) larvae in the Istanbul metropolitan area, Turkey. *International Journal of Biological & Medical Research*, 2 (1), 415-424.
- Sgrò, C. M., Terblanche, J. S. and Hoffmann, A. A. (2016). What can plasticity contribute to insect responses to climate change?. *Annual review of entomology*, 61, 433-451.
- Shelton, R. M. (1973). The effect of temperatures on development of eight mosquito species. *Mosquito News*, 33 (1), 1-12.
- Shroyer, D. A. (1990). Vertical maintenance of dengue-1 virus in sequential generations of *Aedes albopictus*. *Journal of American Mosquito Control Association*, 6 (2), 312-314.
- Simard, F., Ayala, D., Kamdem, G. C., Pombi, M., Etouna, J., Ose, K., et al. (2009). Ecological niche partitioning between *Anopheles gambiae* molecular forms in Cameroon: the ecological side of speciation. *BMC ecology*, 9, 1-24.

- Sivan, A., Shriram, A. N., Sunish, I. P. and Vidhya, P. T. (2015). Host-feeding pattern of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in heterogeneous landscapes of South Andaman, Andaman and Nicobar Islands, India. *Parasitology research*, 114, 3539-3546.
- Sivan, A., Shriram, A. N., Vanamail, P. and Sugunan, A. P. (2021). Thermotolerance and acclimation in the immature stages of *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) to simulated thermal stress. *International Journal of Tropical Insect Science*, 41, 333-344.
- Soroye, P., Newbold, T. and Kerr, J. (2020). Climate change contributes to widespread declines among bumble bees across continents. *Science*, 367 (6478), 685-688.
- Spanoudis, C. G., Andreadis, S. S., Tsaknis, N. K., Petrou, A. P., Gkeka, C. D. and Savopoulou-Soultani, M. (2019). Effect of temperature on biological parameters of the west Nile virus vector *Culex pipiens* form 'molestus' (Diptera: Culicidae) in Greece: Constant vs fluctuating temperatures. *Journal of medical entomology*, 56 (3), 641-650.
- Spielman, A. and Wong, J. (1973). Environmental control of ovarian diapause in *Culex pipiens*. *Annals of the Entomological Society of America*, 66 (4), 905-907.
- Sullivan, M. F., Gould, D. J. and Maneechai, S. (1971). Observations on the host range and feeding preferences of *Aedes albopictus* (Skuse). *Journal of Medical Entomology*, 8 (6), 713-716.
- Sun, Y., Zhang, X., Zwiers, F. W., Song, L., Wan, H., Hu, T., et al. (2014). Rapid increase in the risk of extreme summer heat in Eastern China. *Nature Climate Change*, 4 (12), 1082-1085.
- Teets, N. M., Gantz, J. D. and Kawarasaki, Y. (2020). Rapid cold hardening: ecological relevance, physiological mechanisms and new perspectives. *Journal of Experimental Biology*, 223 (3), jeb203448.
- Tesh, R. B. and Gubler, D. J. (1975). Laboratory studies of transovarial transmission of La Crosse and other arboviruses by *Aedes albopictus* and *Culex fatigans*. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 24 (5), 876-880.
- Tettamanti, G., and Casartelli, M. (2019). Cell death during complete metamorphosis. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 374 (1783), 20190065.

- Timmermann, S. E. and Briegel, H. (1993). Water depth and larval density affect development and accumulation of reserves in laboratory populations of mosquitoes. *Bulletin of the Society of Vector Ecologists*, 18 (2), 174-187.
- TMGM (Türkiye Meteoroloji Genel Müdürlüğü) (2023). Tekirdağ İline Ait Resmi İstatistikler. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=TEKIRDAG>. Accessed 30 Jan 2023.
- Tripet, F., Lounibos, L. P., Robbins, D., Moran, J., Nishimura, N. and Blosser, E. M. (2011). Competitive reduction by satyrization? Evidence for interspecific mating in nature and asymmetric reproductive competition between invasive mosquito vectors. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 85 (2), 265.
- Tsetsarkin, K. A. and Weaver, S. C. (2011). Sequential adaptive mutations enhance efficient vector switching by Chikungunya virus and its epidemic emergence. *PLoS pathogens*, 7 (12), e1002412.
- Tun-Lin, W., Burkot, T. R. and Kay, B. H. (2000). Effects of temperature and larval diet on development rates and survival of the dengue vector *Aedes aegypti* in north Queensland, Australia. *Medical and veterinary entomology*, 14 (1), 31-37.
- Ukubuiwe, A. C., Olayemi, I. K., Arimoro, F. O., Omalu, I. C. J., Baba, B. M., Ukubuiwe, C. C., et al. (2018). Influence of rearing-water temperature on life stages' vector attributes, distribution and utilisation of metabolic reserves in *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae): Implications for disease transmission and vector control. *The Journal of Basic and Applied Zoology*, 79, 1-15.
- Urbanski, J. M., Benoit, J. B., Michaud, M. R., Denlinger, D. L. and Armbruster, P. (2010). The molecular physiology of increased egg desiccation resistance during diapause in the invasive mosquito, *Aedes albopictus*. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 277 (1694), 2683-2692.
- Valerio, L., Marini, F., Bongiorno, G., Facchinelli, L., Pombi, M., Caputo, B., et al. (2010). Host-feeding patterns of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in urban and rural contexts within Rome province, Italy. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 10 (3), 291-294.
- Vasseur, D. A., DeLong, J. P., Gilbert, B., Greig, H. S., Harley, C. D., McCann, K. S., et al. (2014). Increased temperature variation poses a greater risk to species than climate warming. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281 (1779), 20132612.

- Vézina, F., Speakman, J. R. and Williams, T. D. (2006). Individually variable energy management strategies in relation to energetic costs of egg production. *Ecology*, 87 (10), 2447-2458.
- Vezzani, D. and Albicocco, A. P. (2009). The effect of shade on the container index and pupal productivity of the mosquitoes *Aedes aegypti* and *Culex pipiens* breeding in artificial containers. *Medical and veterinary entomology*, 23 (1), 78-84.
- Vorhees, A. S., Gray, E. M. and Bradley, T. J. (2013). Thermal resistance and performance correlate with climate in populations of a widespread mosquito. *Physiological and Biochemical Zoology*, 86 (1), 73-81.
- Waldock, J., Chandra, N. L., Lelieveld, J., Proestos, Y., Michael, E., Christophides, G., et al. (2013). The role of environmental variables on *Aedes albopictus* biology and chikungunya epidemiology. *Pathogens and global health*, 107 (5), 224-241.
- Wall, R. and Shearer, D. (2001). *Veterinary Ectoparasites: Biology, Pathology and Control. Second edition*. Malden, USA: Wiley-Blackwell Publishing.
- Wang, G. and Dillon, M. E. (2014). Recent geographic convergence in diurnal and annual temperature cycling flattens global thermal profiles. *Nature Climate Change*, 4 (11), 988-992.
- Wang, Z., Lu, A., Li, X., Shao, Q., Beerntsen, B. T., Liu, C., et al. (2011). A systematic study on hemocyte identification and plasma prophenoloxidase from *Culex pipiens quinquefasciatus* at different developmental stages. *Experimental parasitology*, 127 (1), 135-141.
- Weaver, S. C. and Reisen, W. K. (2010). Present and future arboviral threats. *Antiviral research*, 85 (2), 328-345.
- Weissenböck, H., Hubálek, Z., Bakonyi, T. and Nowotny, N. (2010). Zoonotic mosquito-borne flaviviruses: worldwide presence of agents with proven pathogenicity and potential candidates of future emerging diseases. *Veterinary microbiology*, 140 (3-4), 271-280.
- WHO (World Health Organization). (2013). Regional framework for surveillance and control of invasive mosquito vectors and re-emerging vector-borne diseases 2014–2020. <http://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/regional-framework-for-surveillance-and-control-of-invasive-mosquito-vectors-and-re-emerging-vector-borne-diseases.-20142020-2013>. Accessed: 28 Jan 2023.

- Wilkerson, R. C., Linton, Y. M. and Strickman, D. (2021). *Mosquitoes of the World (Vol. 1)*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Williams, C. (2016). Insect thermal baggage. *Nature Climate Change*, 6 (6), 543-544.
- Williams, C. M., Buckley, L. B., Sheldon, K. S., Vickers, M., Pörtner, H. O., Dowd, W. W., et al. (2016). Biological impacts of thermal extremes: mechanisms and costs of functional responses matter. *Integrative and comparative biology*, 56 (1), 73-84.
- Yamana, T. K., Bomblies, A. and Eltahir, E. A. (2016). Climate change unlikely to increase malaria burden in West Africa. *Nature Climate Change*, 6 (11), 1009-1013.
- Yildirim, A., Inci, A., Duzlu, O., Biskin, Z., Ica, A. and Sahin, I. (2011). *Aedes vexans* and *Culex pipiens* as the potential vectors of *Dirofilaria immitis* in Central Turkey. *Veterinary parasitology*, 178 (1-2), 143-147.
- Yoshioka, M., Couret, J., Kim, F., McMillan, J., Burkot, T. R., Dotson, E. M., et al. (2012). Diet and density dependent competition affect larval performance and oviposition site selection in the mosquito species *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Parasites & vectors*, 5 (1), 1-11.
- Zayed, A., Awash, A. A., Esmail, M. A., Al-Mohamadi, H. A., Al-Salwai, M., Al-Jasari, A., et al. (2012). Detection of Chikungunya virus in *Aedes aegypti* during 2011 outbreak in Al Hodayda, Yemen. *Acta Tropica*, 123 (1), 62-66.

EKLER

EKLER

EK A: Kardeş Larvaların Gelişim Süresi ve Maruz Kalınan Sıcaklık Değerleri

Tablo A.1: Plastik yetiştirme konteynerlerinde yetiştirilen kardeş larvalardan ortaya çıkan erginlerin gelişim süreleri ve ortalama günlük sıcaklık değerleri

Konteyner kodu (Kuruluş günü; 0. gün)	Yumurta paketinden çıkan larva sayısı	Ortaya çıkan ergin sayısı	Gelişim periyodu boyunca ortalama günlük sıcaklık değerleri [\pm SH (aralık)]				
			Maksimum (°C)	Minimum (°C)	Ortalama (°C)	Günlük sıcaklık farkı	Gelişim süresi (gün)
HAZİRAN2021-A (16 June 2021)	212	95	26.8 \pm 0.01 (24.6-30.2)	17.4 \pm 0.01 (15.3-20.1)	21.7 \pm 0.01 (19.0-25.0)	9.4 \pm 0.00 (5.6-11.1)	11.1 \pm 0.06 (10-14)
		100	26.9 \pm 0.01 (24.6-30.2)	17.5 \pm 0.01 (15.3-20.1)	21.8 \pm 0.01 (19.0-25.0)	9.5 \pm 0.00 (5.6-11.1)	11.7 \pm 0.07 (11-14)
HAZİRAN2021-B (23 June 2021)	91	36	28.9 \pm 0.02 (27.2-31.6)	18.7 \pm 0.02 (16.3-21.5)	24.0 \pm 0.02 (22.3-25.9)	10.2 \pm 0.00 (8.9-12.8)	9.7 \pm 0.08 (9-10)
		54	29.0 \pm 0.00 (27.2-31.6)	18.8 \pm 0.00 (16.3-21.5)	24.0 \pm 0.00 (22.3-25.9)	10.2 \pm 0.00 (8.9-12.8)	10.1 \pm 0.04 (10-12)
HAZİRAN2021-C (27 June 2021)	189	89	29.2 \pm 0.01 (28.1-31.6)	18.9 \pm 0.01 (16.3-21.5)	24.4 \pm 0.00 (22.9-25.9)	10.4 \pm 0.01 (8.2-12.8)	9.9 \pm 0.05 (9-11)
		84	29.2 \pm 0.01 (28.1-31.6)	19.0 \pm 0.01 (16.3-21.5)	24.4 \pm 0.00 (22.9-25.9)	10.2 \pm 0.01 (8.2-12.8)	10.8 \pm 0.08 (10-13)
TEMMUZ2021-A (19 July 2021)	113	53	30.4 \pm 0.00 (28.6-31.7)	20.0 \pm 0.00 (17.0-23.4)	25.4 \pm 0.00 (23.4-27.6)	10.3 \pm 0.00 (7.7-11.6)	7.9 \pm 0.03 (7-8)
		58	30.4 \pm 0.00 (28.6-31.7)	20.0 \pm 0.02 (17.0-23.4)	25.4 \pm 0.00 (23.4-27.6)	10.4 \pm 0.02 (7.7-13.6)	8.2 \pm 0.06 (8-9)
AĞUSTOS2021-A (10 August 2021)	154	87	30.3 \pm 0.00 (28.7-31.9)	19.3 \pm 0.00 (16.8-21.8)	24.9 \pm 0.00 (23.3-26.8)	11.0 \pm 0.01 (9.6-13.1)	8.8 \pm 0.04 (8-9)
		67	30.3 \pm 0.00 (30.2-31.9)	19.4 \pm 0.01 (16.8-21.8)	24.9 \pm 0.01 (23.3-26.8)	10.9 \pm 0.01 (9.5-13.1)	9.3 \pm 0.06 (9-10)
AĞUSTOS2021-B (15 August 2021)	268	130	30.0 \pm 0.00 (28.7-30.9)	18.2 \pm 0.00 (16.4-21.0)	24.3 \pm 0.00 (23.3-25.5)	11.8 \pm 0.00 (9.5-14.1)	8.1 \pm 0.03 (8-9)
		137	30.1 \pm 0.00 (28.7-31.7)	18.4 \pm 0.00 (16.4-21.0)	24.3 \pm 0.00 (23.3-25.5)	11.7 \pm 0.00 (9.5-14.1)	9.1 \pm 0.03 (9-10)
EYLÜL2021-A (09 September 2021)	118	60	26.9 \pm 0.00 (24.5-30.1)	16.5 \pm 0.00 (13.2-18.8)	21.5 \pm 0.01 (19.1-22.8)	10.3 \pm 0.00 (5.8-12.6)	11.5 \pm 0.06 (11-12)
		58	26.6 \pm 0.04 (20.0-30.1)	16.7 \pm 0.03 (8.0-19.8)	21.4 \pm 0.04 (14.4-22.8)	9.9 \pm 0.02 (5.8-13.0)	13.6 \pm 0.12 (12-16)
EKİM2021-A (04 October 2021)	161	80	19.4 \pm 0.01 (15.5-22.9)	12.5 \pm 0.02 (6.5-17.1)	15.6 \pm 0.02 (11.1-18.2)	6.9 \pm 0.00 (2.2-11.4)	21.6 \pm 0.12 (20-25)
		70	19.2 \pm 0.01 (15.5-22.9)	12.1 \pm 0.01 (6.5-17.1)	15.3 \pm 0.01 (11.1-18.2)	7.0 \pm 0.00 (2.2-11.4)	24.4 \pm 0.15 (23-28)
EKİM2021-B (20 October 2021)	293	138	16.8 \pm 0.02 (11.9-20.2)	10.0 \pm 0.01 (2.1-15.4)	12.9 \pm 0.02 (6.7-17.0)	6.8 \pm 0.01 (1.7-12.5)	32.8 \pm 0.39 (27-50)
		107	16.5 \pm 0.01 (11.9-20.2)	9.8 \pm 0.01 (2.1-15.4)	12.7 \pm 0.01 (6.7-17.0)	6.6 \pm 0.01 (1.7-12.5)	42.0 \pm 0.48 (33-52)
EKİM2021-C (24 October 2021)	156	87	16.2 \pm 0.01 (11.9-20.2)	9.9 \pm 0.01 (2.1-15.4)	12.6 \pm 0.01 (6.7-17.0)	6.2 \pm 0.01 (1.7-12.5)	39.9 \pm 0.23 (36-44)
		53	16.1 \pm 0.01 (10.4-20.2)	9.9 \pm 0.00 (2.1-15.4)	12.5 \pm 0.01 (6.7-17.0)	6.2 \pm 0.01 (1.7-12.5)	46.0 \pm 0.37 (41-52)
MAYIS2022-A (28 May 2022)	254	127	27.3 \pm 0.02 (24.4-30.6)	17.3 \pm 0.01 (15.9-19.8)	22.3 \pm 0.02 (19.9-24.8)	10.0 \pm 0.01 (7.6-13.3)	11.2 \pm 0.08 (10-13)
		113	26.9 \pm 0.01 (23.8-30.6)	17.2 \pm 0.01 (15.9-20.0)	22.0 \pm 0.00 (19.9-24.8)	9.7 \pm 0.01 (5.2-13.3)	13.9 \pm 0.12 (12-19)
HAZİRAN22-A (01 June 2022)	321	160	27.0 \pm 0.00 (23.8-30.6)	17.3 \pm 0.00 (15.9-20.0)	21.9 \pm 0.00 (19.9-24.8)	9.7 \pm 0.01 (5.2-13.3)	9.8 \pm 0.04 (9-12)
		149	26.9 \pm 0.01 (23.8-30.6)	17.6 \pm 0.01 (15.7-20.0)	21.9 \pm 0.01 (19.9-24.8)	9.3 \pm 0.02 (5.2-13.3)	11.5 \pm 0.08 (10-16)

Ek B. Kardeş Larvalardan Erkek ve Dişi Çıkışları ve Maruz Kalınan Sıcaklık Değerleri

Tablo B.1: HAZİRAN2021-A denemesinde erkek ve dişi çıkışları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri

Gün	Tarih	Ortalama sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Günlük sıcaklık farkı	Çıkan erkek sayısı	Çıkan dişi sayısı
0. gün	16.06.2021	19.0	15.3	26.4	11.1	0	0
1. gün	17.06.2021	20.8	15.3	26.2	10.9	0	0
2. gün	18.06.2021	20.4	15.5	25.2	9.7	0	0
3. gün	19.06.2021	21.0	19.0	24.6	5.6	0	0
4. gün	20.06.2021	20.8	16.4	25.6	9.2	0	0
5. gün	21.06.2021	21.0	16.6	25.3	8.7	0	0
6. gün	22.06.2021	21.6	16.6	26.5	9.9	0	0
7. gün	23.06.2021	22.3	18.1	27.6	9.5	0	0
8. gün	24.06.2021	22.6	18.1	27.2	9.1	0	0
9. gün	25.06.2021	24.4	20.1	29.6	9.5	4	0
10. gün	26.06.2021	24.5	19.7	30.2	10.5	80	40
11. gün	27.06.2021	25.0	19.4	29.6	10.2	9	50
12. gün	28.06.2021	24.5	19.8	28.7	8.9	0	8
13. gün	29.06.2021	24.2	18.7	28.4	9.7	2	2

Tablo B.2: HAZİRAN2021-B denemesinde erkek ve dişi çıkışları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri

Gün	Tarih	Ortalama sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Günlük sıcaklık farkı	Çıkan erkek sayısı	Çıkan dişi sayısı
0. gün	23.06.2021	22.3	18.1	27.6	9.5	0	0
1. gün	24.06.2021	22.6	18.1	27.2	9.1	0	0
2. gün	25.06.2021	24.4	20.1	29.6	9.5	0	0
3. gün	26.06.2021	24.5	19.7	30.2	10.5	0	0
4. gün	27.06.2021	25.0	19.4	29.6	10.2	0	0
5. gün	28.06.2021	24.5	19.8	28.7	8.9	0	0
6. gün	29.06.2021	24.2	18.7	28.4	9.7	0	0
7. gün	30.06.2021	23.3	16.5	28.2	11.7	0	0
8. gün	1.07.2021	23.7	16.3	29.1	12.8	12	0
9. gün	2.07.2021	25.9	21.5	31.6	10.1	24	51
10. gün	3.07.2021	25.0	20.1	30.4	10.3		2
11. gün	4.07.2021	22.9	17.4	28.9	11.5		1

Tablo B.3: HAZİRAN2021-C denemesinde erkek ve dişi çıkışları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri

Gün	Tarih	Ortalama sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Günlük sıcaklık farkı	Çıkan erkek sayısı	Çıkan dişi sayısı
0. gün	27.06.2021	25.0	19.4	29.6	10.2	0	0
1. gün	28.06.2021	24.5	19.8	28.7	8.9	0	0
2. gün	29.06.2021	24.2	18.7	28.4	9.7	0	0
3. gün	30.06.2021	23.3	16.5	28.2	11.7	0	0
4. gün	1.07.2021	23.7	16.3	29.1	12.8	0	0
5. gün	2.07.2021	25.9	21.5	31.6	10.1	0	0
6. gün	3.07.2021	25.0	20.1	30.4	10.3	0	0
7. gün	4.07.2021	22.9	17.4	28.9	11.5	0	0
8. gün	5.07.2021	25.0	19.2	29.1	9.9	15	0
9. gün	6.07.2021	24.3	19.9	28.1	8.2	66	30
10. gün	7.07.2021	25.1	20.6	28.9	8.3	8	41
11. gün	8.07.2021	24.9	19.3	30.6	11.3		12
12. gün	9.07.2021	25.5	20.5	31.6	11.1		1

Tablo B.4: TEMMUZ2021-A denemesinde erkek ve dişi çıkışları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri

Gün	Tarih	Ortalama sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Günlük sıcaklık farkı	Çıkan erkek sayısı	Çıkan dişi sayısı
0. gün	19.07.2021	26.9	21.3	31.7	10.4	0	0
1. gün	20.07.2021	26.3	21.2	30.5	9.3	0	0
2. gün	21.07.2021	27.6	23.4	31.1	7.7	0	0
3. gün	22.07.2021	25.4	19.4	30.0	10.6	0	0
4. gün	23.07.2021	24.7	19.2	30.3	11.1	0	0
5. gün	24.07.2021	23.4	17.0	28.6	11.6	0	0
6. gün	25.07.2021	24.0	18.8	30.0	11.2	3	0
7. gün	26.07.2021	25.2	20.0	30.9	10.9	50	45
8. gün	27.07.2021	24.7	17.1	30.7	13.6		13

Tablo B.5: AĞUSTOS2021-A denemesinde erkek ve dişi çıkışları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri

Gün	Tarih	Ortalama sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Günlük sıcaklık farkı	Çıkan erkek sayısı	Çıkan dişi sayısı
0. gün	10.08.2021	25.1	19.5	30.2	10.7	0	0
1. gün	11.08.2021	25.2	20.2	31.0	10.8	0	0
2. gün	12.08.2021	26.8	21.5	31.9	10.4	0	0
3. gün	13.08.2021	26.5	21.8	31.4	9.6	0	0
4. gün	14.08.2021	24.4	18.1	29.8	11.7	0	0
5. gün	15.08.2021	24.1	17.8	30.9	13.1	0	0
6. gün	16.08.2021	23.3	16.8	28.7	11.9	0	0
7. gün	17.08.2021	24.3	18.4	28.8	10.4	19	0

Tablo B.5 (devam)

8. gün	18.08.2021	24.8	19.6	29.6	10.0	68	44
9. gün	19.08.2021	25.5	21.0	30.5	9.5		23

Tablo B.6: AĞUSTOS2021-B denemesinde erkek ve dişi çıkışları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri

Gün	Tarih	Ortalama sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Günlük sıcaklık farkı	Çıkan erkek sayısı	Çıkan dişi sayısı
0. gün	15.08.2021	24.1	17.8	30.9	13.1	0	0
1. gün	16.08.2021	23.3	16.8	28.7	11.9	0	0
2. gün	17.08.2021	24.3	18.4	28.8	10.4	0	0
3. gün	18.08.2021	24.8	19.6	29.6	10.0	0	0
4. gün	19.08.2021	25.5	21.0	30.5	9.5	0	0
5. gün	20.08.2021	23.9	17.1	30.4	13.3	0	0
6. gün	21.08.2021	23.5	16.4	30.5	14.1	0	0
7. gün	22.08.2021	24.6	18.6	30.4	11.8	116	0
8. gün	23.08.2021	25.0	19.7	30.7	11.0	14	121
9. gün	24.08.2021	25.2	18.9	31.7	12.8		16

Tablo B.7: EYLÜL2021-A denemesinde erkek ve dişi çıkışları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri

Gün	Tarih	Ortalama sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Günlük sıcaklık farkı	Çıkan erkek sayısı	Çıkan dişi sayısı
0. gün	9.09.2021	21.3	18.8	24.6	5.8	0	0
1. gün	10.09.2021	21.2	18.7	24.5	5.8	0	0
2. gün	11.09.2021	20.1	15.2	25.4	10.2	0	0
3. gün	12.09.2021	19.1	13.2	24.7	11.5	0	0
4. gün	13.09.2021	21.6	16.0	28.6	12.6	0	0
5. gün	14.09.2021	22.7	17.1	28.9	11.8	0	0
6. gün	15.09.2021	22.1	16.8	28.8	12.0	0	0
7. gün	16.09.2021	21.8	17.3	25.7	8.4	0	0
8. gün	17.09.2021	20.8	15.3	25.5	10.2	0	0
9. gün	18.09.2021	21.8	16.3	28.6	12.3	0	0
10. gün	19.09.2021	22.8	17.1	30.1	13.0	28	0
11. gün	20.09.2021	22.7	17.0	27.6	10.6	32	5
12. gün	21.09.2021	22.6	19.8	25.6	5.8		26
13. gün	22.09.2021	17.9	14.8	21.4	6.6		20
14. gün	23.09.2021	14.6	10.6	20.0	9.4		4
15. gün	24.09.2021	14.4	8.0	20.6	12.6		3

Tablo B.8: EKİM2021-A denemesinde erkek ve dişi çıkışları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri

Gün	Tarih	Ortalama sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Günlük sıcaklık farkı	Çıkan erkek sayısı	Çıkan dişi sayısı
0. gün	4.10.2021	16.5	12.2	22.9	10.7	0	0
1. gün	5.10.2021	16.2	11.5	20.9	9.4	0	0
2. gün	6.10.2021	15.5	10.8	20.2	9.4	0	0
3. gün	7.10.2021	16.8	13.3	20.8	7.5	0	0
4. gün	8.10.2021	16.1	12.9	19.6	6.7	0	0
5. gün	9.10.2021	16.6	15.8	18.4	2.6	0	0
6. gün	10.10.2021	16.3	15.4	17.6	2.2	0	0
7. gün	11.10.2021	17.4	16.0	21.1	5.1	0	0
8. gün	12.10.2021	16.4	13.0	19.4	6.4	0	0
9. gün	13.10.2021	15.0	12.2	18.6	6.4	0	0
10. gün	14.10.2021	15.7	12.3	20.4	8.1	0	0
11. gün	15.10.2021	17.5	15.9	21.2	5.3	0	0
12. gün	16.10.2021	18.2	17.1	20.6	3.5	0	0
13. gün	17.10.2021	16.1	14.4	18.6	4.2	0	0
14. gün	18.10.2021	14.7	13.3	16.6	3.3	0	0
15. gün	19.10.2021	14.5	11.8	18.0	6.2	0	0
16. gün	20.10.2021	14.0	9.8	18.5	8.7	0	0
17. gün	21.10.2021	12.4	6.5	17.9	11.4	0	0
18. gün	22.10.2021	14.7	9.1	19.6	10.5	0	0
19. gün	23.10.2021	15.7	9.9	20.0	10.1	6	0
20. gün	24.10.2021	13.9	12.3	19.0	6.7	44	0
21. gün	25.10.2021	11.1	7.3	15.5	8.2	14	0
22. gün	26.10.2021	12.6	9.4	16.9	7.5	11	17
23. gün	27.10.2021	12.5	8.9	18.2	9.3	3	31
24. gün	28.10.2021	13.5	11.6	17.2	5.6	2	10
25. gün	29.10.2021	13.5	10.5	17.0	6.5		7
26. gün	30.10.2021	14.3	10.4	18.9	8.5		2
27. gün	31.10.2021	13.7	10.4	17.3	6.9		3

Tablo B.9: EKİM2021-B denemesinde erkek ve dişi çıkışları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri

Gün	Tarih	Ortalama sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Günlük sıcaklık farkı	Çıkan erkek sayısı	Çıkan dişi sayısı
0. gün	20.10.2021	14.0	9.8	18.5	8.7	0	0
1. gün	21.10.2021	12.4	6.5	17.9	11.4	0	0
2. gün	22.10.2021	14.7	9.1	19.6	10.5	0	0
3. gün	23.10.2021	15.7	9.9	20.0	10.1	0	0
4. gün	24.10.2021	13.9	12.3	19.0	6.7	0	0
5. gün	25.10.2021	11.1	7.3	15.5	8.2	0	0
6. gün	26.10.2021	12.6	9.4	16.9	7.5	0	0
7. gün	27.10.2021	12.5	8.9	18.2	9.3	0	0

Tablo B.9 (devam)

8. gün	28.10.2021	13.5	11.6	17.2	5.6	0	0
9. gün	29.10.2021	13.5	10.5	17.0	6.5	0	0
10. gün	30.10.2021	14.3	10.4	18.9	8.5	0	0
11. gün	31.10.2021	13.7	10.4	17.3	6.9	0	0
12. gün	1.11.2021	13.8	12.4	16.4	4.0	0	0
13. gün	2.11.2021	12.4	9.2	16.5	7.3	0	0
14. gün	3.11.2021	16.2	14.7	19.4	4.7	0	0
15. gün	4.11.2021	15.1	12.4	18.8	6.4	0	0
16. gün	5.11.2021	14.8	12.0	18.1	6.1	0	0
17. gün	6.11.2021	15.4	13.2	18.2	5.0	0	0
18. gün	7.11.2021	15.9	15.4	17.1	1.7	0	0
19. gün	8.11.2021	15.6	14.6	16.8	2.2	0	0
20. gün	9.11.2021	13.9	10.3	17.6	7.3	0	0
21. gün	10.11.2021	11.3	7.9	16.2	8.3	0	0
22. gün	11.11.2021	10.6	8.4	14.7	6.3	0	0
23. gün	12.11.2021	10.3	6.1	16.4	10.3	0	0
24. gün	13.11.2021	10.0	5.3	15.5	10.2	0	0
25. gün	14.11.2021	9.2	5.2	14.7	9.5	0	0
26. gün	15.11.2021	12.7	10.8	16.8	6.0	1	0
27. gün	16.11.2021	13.3	12.6	14.4	1.8	15	0
28. gün	17.11.2021	11.2	10.5	12.8	2.3	22	0
29. gün	18.11.2021	10.6	9.6	11.9	2.3	12	0
30. gün	19.11.2021	10.2	8.4	12.2	3.8	11	0
31. gün	20.11.2021	9.4	5.5	15.0	9.5	23	0
32. gün	21.11.2021	9.7	4.7	15.5	10.8	12	4
33. gün	22.11.2021	8.8	3.5	16.0	12.5	3	3
34. gün	23.11.2021	13.8	13.1	14.8	1.7	10	9
35. gün	24.11.2021	11.4	10.4	13.9	3.5	11	7
36. gün	25.11.2021	9.3	7.5	12.6	5.1	0	6
37. gün	26.11.2021	11.0	9.6	13.6	4.0	4	0
38. gün	27.11.2021	14.6	13.2	17.0	3.8	4	4
39. gün	28.11.2021	15.8	14.0	18.6	4.6	0	5
40. gün	29.11.2021	17.0	13.9	20.2	6.3	0	9
41. gün	30.11.2021	12.9	7.5	16.3	8.8	1	9
42. gün	1.12.2021	6.7	2.1	12.8	10.7	1	1
43. gün	2.12.2021	10.8	6.0	14.8	8.8	0	4
44. gün	3.12.2021	14.4	12.8	17.2	4.4	4	7
45. gün	4.12.2021	14.4	13.1	15.9	2.8	3	18
46. gün	5.12.2021	11.6	10.2	14.7	4.5	0	8
47. gün	6.12.2021	12.2	7.9	16.4	8.5	0	7
48. gün	7.12.2021	13.7	12.4	15.2	2.8	0	3
49. gün	8.12.2021	10.5	7.5	12.9	5.4	1	2
50. gün	9.12.2021	8.9	4.9	14.7	9.8		0
51. gün	10.12.2021	13.7	9.8	16.2	6.4		1

Tablo B.10: EKİM2021-C denemesinde erkek ve dişi çıkışları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri

Gün	Tarih	Ortalama sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Günlük sıcaklık farkı	Çıkan erkek sayısı	Çıkan dişi sayısı
0. gün	24.10.2021	13.9	12.3	19.0	6.7	0	0
1. gün	25.10.2021	11.1	7.3	15.5	8.2	0	0
2. gün	26.10.2021	12.6	9.4	16.9	7.5	0	0
3. gün	27.10.2021	12.5	8.9	18.2	9.3	0	0
4. gün	28.10.2021	13.5	11.6	17.2	5.6	0	0
5. gün	29.10.2021	13.5	10.5	17.0	6.5	0	0
6. gün	30.10.2021	14.3	10.4	18.9	8.5	0	0
7. gün	31.10.2021	13.7	10.4	17.3	6.9	0	0
8. gün	1.11.2021	13.8	12.4	16.4	4.0	0	0
9. gün	2.11.2021	12.4	9.2	16.5	7.3	0	0
10. gün	3.11.2021	16.2	14.7	19.4	4.7	0	0
11. gün	4.11.2021	15.1	12.4	18.8	6.4	0	0
12. gün	5.11.2021	14.8	12.0	18.1	6.1	0	0
13. gün	6.11.2021	15.4	13.2	18.2	5.0	0	0
14. gün	7.11.2021	15.9	15.4	17.1	1.7	0	0
15. gün	8.11.2021	15.6	14.6	16.8	2.2	0	0
16. gün	9.11.2021	13.9	10.3	17.6	7.3	0	0
17. gün	10.11.2021	11.3	7.9	16.2	8.3	0	0
18. gün	11.11.2021	10.6	8.4	14.7	6.3	0	0
19. gün	12.11.2021	10.3	6.1	16.4	10.3	0	0
20. gün	13.11.2021	10.0	5.3	15.5	10.2	0	0
21. gün	14.11.2021	9.2	5.2	14.7	9.5	0	0
22. gün	15.11.2021	12.7	10.8	16.8	6.0	0	0
23. gün	16.11.2021	13.3	12.6	14.4	1.8	0	0
24. gün	17.11.2021	11.2	10.5	12.8	2.3	0	0
25. gün	18.11.2021	10.6	9.6	11.9	2.3	0	0
26. gün	19.11.2021	10.2	8.4	12.2	3.8	0	0
27. gün	20.11.2021	9.4	5.5	15.0	9.5	0	0
28. gün	21.11.2021	9.7	4.7	15.5	10.8	0	0
29. gün	22.11.2021	8.8	3.5	16.0	12.5	0	0
30. gün	23.11.2021	13.8	13.1	14.8	1.7	0	0
31. gün	24.11.2021	11.4	10.4	13.9	3.5	0	0
32. gün	25.11.2021	9.3	7.5	12.6	5.1	0	0
33. gün	26.11.2021	11.0	9.6	13.6	4.0	0	0
34. gün	27.11.2021	14.6	13.2	17.0	3.8	0	0
35. gün	28.11.2021	15.8	14.0	18.6	4.6	6	0
36. gün	29.11.2021	17.0	13.9	20.2	6.3	10	0
37. gün	30.11.2021	12.9	7.5	16.3	8.8	17	0
38. gün	1.12.2021	6.7	2.1	12.8	10.7	1	0
39. gün	2.12.2021	10.8	6.0	14.8	8.8	6	0
40. gün	3.12.2021	14.4	12.8	17.2	4.4	25	1
41. gün	4.12.2021	14.4	13.1	15.9	2.8	17	2
42. gün	5.12.2021	11.6	10.2	14.7	4.5	3	7

Tablo B.10 (devam)

43. gün	6.12.2021	12.2	7.9	16.4	8.5	2	8
44. gün	7.12.2021	13.7	12.4	15.2	2.8		9
45. gün	8.12.2021	10.5	7.5	12.9	5.4		6
46. gün	9.12.2021	8.9	4.9	14.7	9.8		0
47. gün	10.12.2021	13.7	9.8	16.2	6.4		11
48. gün	11.12.2021	13.0	11.5	15.2	3.7		3
49. gün	12.12.2021	14.2	12.3	16.0	3.7		2
50. gün	13.12.2021	11.4	10.1	12.6	2.5		3
51. gün	14.12.2021	8.9	8.2	10.4	2.2		1

Tablo B.11: MAYIS2022-A denemesinde erkek ve dişi çıkışları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri

Gün	Tarih	Ortalama sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Günlük sıcaklık farkı	Çıkan erkek sayısı	Çıkan dişi sayısı
0. gün	28.05.2022	21.3	16.0	25.4	9.4	0	0
1. gün	29.05.2022	22.3	17.8	26.1	8.3	0	0
2. gün	30.05.2022	22.6	17.0	26.8	9.8	0	0
3. gün	31.05.2022	22.5	16.3	28.0	11.7	0	0
4. gün	1.06.2022	21.8	16.8	25.9	9.1	0	0
5. gün	2.06.2022	22.8	18.3	28.7	10.4	0	0
6. gün	3.06.2022	23.7	17.1	30.4	13.3	0	0
7. gün	4.06.2022	24.8	19.8	30.6	10.8	0	0
8. gün	5.06.2022	22.2	18.4	28.4	10.0	0	0
9. gün	6.06.2022	21.6	16.4	25.6	9.2	36	0
10. gün	7.06.2022	19.9	16.3	24.6	8.3	33	0
11. gün	8.06.2022	20.1	16.8	24.4	7.6	54	5
12. gün	9.06.2022	20.4	15.9	24.5	8.6	4	55
13. gün	10.06.2022	21.9	17.0	27.2	10.2		19
14. gün	11.06.2022	22.5	20.0	26.2	6.2		25
15. gün	12.06.2022	20.3	18.6	23.8	5.2		3
16. gün	13.06.2022	22.4	19.2	28.5	9.3		4
17. gün	14.06.2022	23.3	16.9	29.8	12.9		1
18. gün	15.06.2022	22.7	18.4	27.0	8.6		1

Tablo B.12: HAZİRAN2022-A denemesinde erkek ve dişi çıkışları ve maruz kalınan günlük sıcaklık değerleri

Gün	Tarih	Ortalama sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Günlük sıcaklık farkı	Çıkan erkek sayısı	Çıkan dişi sayısı
0. gün	1.06.2022	21.8	16.8	25.9	9.1	0	0
1. gün	2.06.2022	22.8	18.3	28.7	10.4	0	0
2. gün	3.06.2022	23.7	17.1	30.4	13.3	0	0
3. gün	4.06.2022	24.8	19.8	30.6	10.8	0	0
4. gün	5.06.2022	22.2	18.4	28.4	10.0	0	0
5. gün	6.06.2022	21.6	16.4	25.6	9.2	0	0

Tablo B.12 (devam)

6. gün	7.06.2022	19.9	16.3	24.6	8.3	0	0
7. gün	8.06.2022	20.1	16.8	24.4	7.6	0	0
8. gün	9.06.2022	20.4	15.9	24.5	8.6	35	0
9. gün	10.06.2022	21.9	17.0	27.2	10.2	121	13
10. gün	11.06.2022	22.5	20.0	26.2	6.2	3	80
11. gün	12.06.2022	20.3	18.6	23.8	5.2	1	32
12. gün	13.06.2022	22.4	19.2	28.5	9.3		23
13. gün	14.06.2022	23.3	16.9	29.8	12.9		0
14. gün	15.06.2022	22.7	18.4	27.0	8.6		0
15. gün	16.06.2022	22.3	15.7	28.3	12.6		1

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Zafer ŞAKACI
Doğum tarihi ve yeri : 26.04.1994/SAKARYA
e-posta : zafer54gs@gmail.com

Öğrenim Bilgileri

Derece	Okul/Program	Yıl
Doktora	Balıkesir Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü/Biyoloji Anabilim Dalı	2019-2023
Y. Lisans	Trakya Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü/Biyoloji Anabilim Dalı	2016-2018
Lisans	Trakya Üniversitesi/Fen Fakültesi/Biyoloji Bölümü	2012-2016
Lise	Atatürk Lisesi/Sakarya	2008-2012

Yayın Listesi

Makaleler

1. Sakaci, Z. (2021). Contribution to mosquito (Diptera: Culicidae) fauna of Sakarya province and the first record of the invasive vector *Aedes albopictus* (Skuse, 1894) for Kocaeli province. *Journal of Balıkesir University Institute of Science and Technology*, 23 (1), 10-21.
2. Kar, S., Sirin, D., Akyildiz, G., Sakaci, Z., Talay, S. and Camlıtepe, Y. (2022). Predation of ant species *Lasius alienus* on tick eggs: Impacts of egg wax coating and tick species. *Scientific Reports*, 12, 14773.
3. Akbay, Y., Ipek, A., Akyildiz, G., Şakacı, Z., Talay, Ş., Zerrabi Ahrabi, S., et al. (2022). The monthly oviposition characteristics of the *Anopheles maculipennis* sensu stricto, *Anopheles claviger*, and *Culiseta longiareolata* observed at some artificial containers under natural circumstances in a selected area of Thrace, Türkiye. *Journal of Balkan Science and Technology*, 1 (2), 81-86.

4. Şakacı, Z. and Camlitepe, Y. (2022). A mosquito survey of Culicidae species at Edirne central district for disease vector. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 23 (Special Issue), 41-51.

5. Şakacı, Z. and Er, A. (2023). Principles of Semi-Field Study Design to Obtain Realistic Data about the Effects of Anthropogenic Climate Change on the Biological and Ecological Traits of *Culex pipiens* (L.). *Journal of Balkan Science and Technology*, 2 (1), 20-25.

[Tezden türetilmiştir]

6. Uruc, B., Talay, S., Sakaci, Z., Sirin, D. and Kar, S. (2023). Monthly infestation characteristics of ticks in dogs in Turkish Thrace: Possible urbanization trends in some sylvatic tick species. *Systematic and Applied Acarology*, 28 (9), 1476-1487.

Katıldığı projeler

1. Camlitepe, Y (principal investigator), Sakaci, Z (researcher). 2018. Investigation of Mosquito (Diptera: Culicidae) Species with Vectorial Importance in the Central District of Edirne. Scientific Research Project of Trakya University, Turkey.

Bilimsel Konferanslar

1. Sakaci, Z. and Camlitepe, Y: Mosquito-borne Diseases Risk in Edirne (*oral presentation*). XIII. Congress of Ecology and Environment with International Participation, Edirne, Turkey, 12-15 September 2017.

2. Sakaci, Z., Camlitepe, Y. and Kar, S: Investigation of Mosquito (Diptera: Culicidae) Species with Vectorial Importance in the Central District of Edirne (*oral presentation*). International Ecology 2018 Symposium, Kastamonu, Turkey, 19-23 June 2018.

3. Sakaci, Z., Camlitepe, Y. and Kar, S: Bio-ecology and Importance of Invasive *Aedes* (Diptera: Culicidae) Species (*oral presentation*). International Conference on Agricultural Biological and Life Science, Edirne, Turkey, 2-5 September 2018.

4. Sakaci, Z. and Er, A: The Importance of Cultural Approach in Combating the Invasive *Aedes* Mosquitoes that Establish Risk in terms of Public Health (*oral presentation*). International Congress of Health Sciences. Izmir, Turkey, 20-21 June 2020.

Bilimsel Toplantılarda Sunulmuş ve Tam Metni Basılmış Sözlü Bildiri

1. Sakaci, Z. and Er, A. (2020). The Importance of Cultural Approach in Combating the Invasive *Aedes* Mosquitoes that Establish Risk in terms of Public Health. International Congress of Health Sciences. Izmir, Turkey, 20-21 June 2020.

Burslar ve Ödüller

1. Trakya Üniversitesi Fen Fakültesi Birinciliği Ödülü
2. Trakya Üniversitesi Biyoloji Bölümü Birinciliği Ödülü
3. 100/2000 YÖK Doktora Burs Programı
4. TÜBİTAK BİDEB 2211 Yurt içi Doktora Burs Programı